AUTOMATICA and INFORMATICS

ISSN 0861-7562 Print, ISSN 2683-1279 Online

URL: https://sai-bg.com/category/journals/automatica-and-informatics/

Year LIX **No. 3/2026**

CONTENTS

AUTOMATICA

V. Tsolov N. Nikolov. Essence and Implementing ESD Systems for Emergency Shutdown in Control of Technological Processes 6

Key Words: *Emergency Shutdown Systems (ESD); automation systems; automatic control systems; temperature; pressure; level; Safety Integrity Levels (SIL).*

Abstract. *Emergency Shutdown (ESD) systems are a fundamental part of the functional safety structure of modern industrial plants and are intended to protect personnel, equipment, the environment and production assets when hazardous deviations occur in technological processes. Their principal task is to detect conditions that may lead to loss of containment, fire, explosion, equipment damage or uncontrolled release of hazardous substances and to bring the process, or a defined part of it, to a predetermined safe state within the available process safety time. Unlike the basic process control system, which maintains production variables around their normal operating set points, the ESD system performs independent safety functions and remains capable of acting when the normal control layer is unavailable or has failed. For this reason, appropriate physical and functional separation from the BPCS/DCS, independent power supplies and communication paths, fail-safe design principles and controlled access to application software are essential requirements. A typical ESD architecture comprises field sensors and transmitters, a safety logic solver and final control elements. Pressure, temperature, flow, level, flame, smoke and gas concentration may be monitored depending on the hazards identified during the risk assessment. The logic solver evaluates the input signals, applies alarm limits, hysteresis, time confirmation and interlock conditions, and initiates a trip when the defined safety criteria are fulfilled. The final elements, including shutdown valves, solenoid valves, motor contactors, dampers and isolation devices, execute the required action and must move reliably to their safe position, including in the event of loss of electrical or pneumatic energy. Redundancy and voting arrangements such as 1oo1D, 1oo2, 2oo2 and 2oo3 are selected according to the required balance between safety availability, resistance to spurious trips and fault tolerance. In particular, 2oo3 voting enables continued operation after a single channel fault while preserving the capability to initiate shutdown when two independent channels confirm the hazardous condition. The implementation process begins with hazard identification and risk analysis, followed by the definition of Safety Instrumented Functions in the Safety Requirements Specification. Each SIF is assigned a target Safety Integrity Level in accordance with the required risk reduction and the applicable principles of IEC 61508 and IEC 61511. The selection of technical means therefore cannot be based only on measurement range, accuracy or purchase price. It must also consider systematic capability, failure rates, diagnostic coverage, hardware fault tolerance, environmental resistance, response time, proof-test interval, maintainability, common-cause failures, cybersecurity and the availability of documented operating experience. Verification of the achieved performance includes evaluation of the average probability of failure on demand, architectural constraints and the contribution of sensors, logic solver and final elements to the total probability of failure. Since final elements commonly represent a substantial share of the SIF failure probability, suitable actuator sizing, de-energize-to-trip philosophy and partial-stroke testing of shutdown valves are especially important. Reliable operation throughout the entire safety lifecycle requires continuous self-diagnostics, time-stamped event logging, alarm transmission to HMI/SCADA, management of bypasses and overrides, periodic proof testing, calibration, preventive maintenance and formal procedures for modification and restart after a trip. Diagnostic information supports early detection of degraded channels, but it does not replace proof testing of dangerous failures that remain hidden during normal operation. Human factors are also significant: alarms must be unambiguous, operator actions must be clearly defined, and reset of the shutdown function should be possible only after the initiating cause has been removed and the plant has been verified as safe. The article examines the essence and application of ESD systems and systematizes the*

principal criteria for selecting sensors, safety controllers, communication interfaces and final control elements. The presented approach emphasizes that effective emergency shutdown is achieved not by a single certified device, but by the coordinated design, validation, operation and maintenance of the complete safety instrumented function. Properly implemented ESD systems reduce the probability and consequences of major industrial accidents, improve protection of people and the environment, and contribute to the dependable and sustainable operation of technological installations.

ENERGY SYSTEMS

B. Deliyska, A. Ivanova. Research and Analysis of Sustainability of Bulgarian Bioenergy Production 13

Key Words: *Bioenergy; sustainability index; Bulgarian bioenergy production; information system.*

Abstract. *The sustainable production of bioenergy (including bioelectricity and solid, liquid, and gaseous biofuels) is an important factor in reducing greenhouse gas (GHG) emissions. Bioenergy sustainability is determined by international and national standards and certification schemes. In addition, bioenergy sustainability assessment may consider other environmental, economic, and social indicators, such as the existence of circular production, wages, company profits, social benefits, etc. In the present work, research and analysis of the sustainability of Bulgarian bioenergy production are carried out. For this purpose, a research methodology is developed, including the formulation of an index of bioenergy production sustainability; collection of data on Bulgarian bioenergy-producing firms; and calculation and analysis of the sustainability index using a prototype information system and database for data storage and querying. Due to the relatively complete data available, the analysis was conducted for 148 firms in 2022. The firms are ranked according to their sustainability index values, and an analysis is provided based on their type of production and raw materials, availability of certificates, etc. Overall, the results of the analysis indicate insufficient sustainability of bioenergy production and the need to develop and implement national standards and certification schemes corresponding to European and international ones. It was found that accurate and reliable data are not available for a large number of firms in the bioenergy sector. One of the reasons is the high dynamics of this relatively new industrial sector, including the frequent opening, closing, and re-registration of firms; another is untimely reporting. The present research and analysis constitute a first attempt to investigate the sustainability of Bulgarian bioenergy production. As a next step, an extended analysis of bioenergy sustainability over a period of several years is planned, including a georeferenced digital map of Bulgarian bioenergy producers.*

ACHIEVEMENTS AND APPLICATIONS

V. Ivanova, A. Boneva, P. Vasilev. Robotic Systems in Medicine and Surgical Education – an Invisible Revolution 18

Key Words: *Advanced Robot System; medical robots; surgical robotics; Augmented Reality (AR); Virtual Reality (VR); software applications; surgical training; Training Program Simulation (TPS).*

Abstract. *Robotic systems represent a quiet yet significant revolution in medicine. They do not replace humans but rather complement them, enabling more precise diagnostics, safer treatment, and faster recovery. The future of medicine lies in the harmonious collaboration between humans and machines, where technology serves humanity and places the patient at the center of a smarter, more humane approach to healthcare. This study presents a comprehensive approach to developing a surgical training system that simulates realistic interactions between instruments and tissues. The findings contribute to the advancement of minimally invasive surgical training by enabling personalized, data-driven learning experiences. The proposed system offers a scalable and ethical alternative to traditional training methods, with potential applications in both academic and clinical settings. Simulation programs successfully facilitated the transfer of acquired skills to real-world scenarios, demonstrating the system's potential to enhance surgical training. Built on a modular principle, the system is designed to accommodate future upgrades, both in terms of hardware and the development of new VR- and AR-based applications. These enhancements are aimed at improving the quality of training for medical students and supporting the professional development of surgical staff. The system allows users to acquire and test various skills and explore instrument capabilities before using them in actual laparoscopic procedures. Surgical training can be significantly enhanced through modern educational methods, such as simulation, structured curricula, and telemetering, as well as through cutting-edge technologies such as AI and AR. As surgical procedures continue to evolve, the methods used to train surgeons must also evolve, embracing the highest standards of patient care and surgical practice. Regarding information protection and access control, the potential for implementing additional measures will be explored. These measures would be applied at all levels*

of data utilization to improve the secure and effective handling of laparoscopic instruments. Investigations will also address combinations of access-control and information-protection mechanisms within the developed mechatronic laparoscopic training system and its associated applications, including the application discussed in this publication. Plans also include the secure transfer of data to central servers at educational or medical institutions or to specialized medical cloud servers.

P. Blagov, P. Ruskov. VeloxWallet: A Digital Identity Wallet Conformant with the European Blockchain Services Infrastructure (EBSI) 26

Key Words: *EBSI; OpenEBSI; digital identity; TAO; blockchain; eIDAS 2.0.*

Abstract. *This paper presents VeloxWallet – a digital identity wallet developed by Veloxoft Ltd. to operate in full compliance with the European Blockchain Services Infrastructure (EBSI). It outlines the European Blockchain Partnership's (EBP) vision for utilizing Distributed Ledger Technology (DLT), as well as the application of the eIDAS 2.0 model and EBSI for individual and organizational accreditation. The paper examines the wallet's architecture, components, and core functionalities. VeloxWallet enables the creation, storage, and presentation of Verifiable Credentials (VCs) in accordance with the eIDAS 2.0 framework and supports integration with Qualified Trust Service Providers (QTSPs). The empirical results obtained through the development and application of VeloxWallet in Bulgarian and European projects are also discussed, including TraceFarm, OnePass (Horizon Europe: Digital Identity for SMEs and Access to Finance), and Digital Europe Node Expansion (Integration of TAO and Node services for public administrations). The potential strategic advantages of using the wallet are outlined, together with the security and compliance aspects of operating within eIDAS 2.0 and EBSI environments.*

NEWS, INFORMATION, SOCIETY

General Assembly of the John Atanasoff Society of Automatics and Informatics (SAI) – 2026 .....**31**

Governing Bodies of SAI **32**

Guidelines for the Activities of the John Atanasoff Society of Automatics and Informatics (SAI) for the Period 2026-2029 .....**33**

This issue was published in 2026.

AUTOMATICA and INFORMATICS

ISSN 0861-7562 Print, ISSN 2683-1279 Online

URL: https://sai-bg.com/category/journals/automatica-and-informatics/

PUBLISHER **John Atanasoff Society of Automatics and Informatics (SAI), Bulgaria**

CONTACT US **108 Rakovski St.
1000 Sofia, Bulgaria
sai.bg.office@gmail.com
www.sai-bg.com**

EDITORIAL BOARD

EDITOR-IN-CHIEF – Mincho Hadjiski (Bulgaria), MSc, PhD, DSc, Dr.h.c., Professor, Academician of Bulgarian Academy of Sciences, Department of Intelligent Systems, Institute of Information and Communication Technologies (IICT), Bulgarian Academy of Sciences, sai.bg.office@gmail.com

DEPUTY EDITOR-IN-CHIEF – Kamen Spasov (Bulgaria), MSc, MBA, PhD, Professor, Faculty of Economics and Business Administration, Sofia University St. Kliment Ohridski, kspassov@feb.uni-sofia.bg

SCIENTIFIC SECRETARY – Mariana Dotsinska (Bulgaria), MSc of Industrial Automation, Mark M.D. Publishing Agency, m@crystalscope.com

TOPIC EDITORS

AUTOMATICA

Emil Nikolov (Bulgaria), MSc, DSc, PhD, Dr.h.c., Professor, Department of Industrial Automation, Technical University of Sofia, nicoloff@tu-sofia.bg

Ivan Simeonov (Bulgaria), MSc, PhD, Associate Professor, Stefan Angelov Institute of Microbiology, Bulgarian Academy of Sciences, issim@abv.bg

INFORMATICS

Todor Stoilov (Bulgaria), MSc, PhD, DSc, Professor, Institute of Information and Communication Technologies, Bulgarian Academy of Sciences, t.a.stoilov@gmail.com

Grisha Spasov (Bulgaria), MSc, PhD, Professor, Department of Computer Systems and Technologies, Technical University of Sofia, Plovdiv Branch, gvs@tu-plovdiv.bg

Stoyan Stoyanov (Bulgaria), MSc, PhD, DSc, Professor, University of Chemical Technology and Metallurgy, Sofia, stoyan126@gmail.com

ACHIEVEMENTS AND APPLICATIONS

Kiril Alexiev (Bulgaria), MSc, PhD, Professor, Institute of Information and Communication Technologies, Bulgarian Academy of Sciences, alexiev@bas.bg

EDUCATION AND QUALIFICATION

Emil Garipov (Bulgaria), MSc, PhD, Professor, Department of Systems and Control, Technical University of Sofia, emgar@tu-sofia.bg

Elena Shoykova (Bulgaria), MSc, PhD, DSc, Professor, Department of Computer Science, University of Library Studies and Information Technologies, Sofia, e.d.shoikova@gmail.com

NEWS, INFORMATION, SOCIETY

Ivan Kurtev (Bulgaria), MSc, PhD, Professor, French Faculty of Electrical Engineering, Technical University of Sofia, Member of the Standing Committee on Post-accreditation Monitoring and Control at the National Evaluation and Accreditation Agency, i.kurtev@mail.bg

MEMBERS

Alexander Gegov (United Kingdom), MSc, PhD, DSc, Reader, Chair of Academic Staff Board, School of Computing, Chair of Academic Staff Association, University of Portsmouth, Member (IEEE), Fellow (HEA), alexander.gegov@port.ac.uk

Alexandra Grancharova (Bulgaria), MSc, PhD, Professor, Department of Industrial Automation, University of Chemical Technology and Metallurgy, Sofia, alexandra.grancharova@abv.bg

Andon Topalov (Bulgaria), MSc, PhD, Professor, Department of Computer Systems and Technologies, Technical University of Sofia, Plovdiv Branch, topalov@tu-plovdiv.bg

Andrzej Ordys (Poland), MSc, PhD, DSc, SMIEEE, SFHEA, Professor, Warsaw University of Technology, Institute of Automatic Control and Robotics, Faculty of Mechatronics, Andrzej.Ordys@pw.edu.pl

Angel Smrikarov (Bulgaria), MSc, PhD, Professor, Head of Centre for Innovative Educational Technologies, Angel Kanchev University of Ruse, ASmrikarov@ecs.uni-ruse.bg

Anthony Shannon (Australia), MA, PhD, DSc, LLD, Emeritus Professor, Warrane College, University of New South Wales, Kensington (Sydney), tshannon38@gmail.com

Arthur Kordon (USA), MSc, PhD, President, Kordon Consulting LLC, R&D Leader at Dow Chemical 2002-2014, Fort Lauderdale, Florida, arthur@kordon-consulting.com

Dimitar Filev (USA), MSc, PhD, Henry Ford Technical Fellow – Control & AI, Research & Advanced Engineering, Intelligent Systems & Control, Fuzzy & Neural Systems, Automotive Applications, Ford Motor Company, dimitar.filev@gmail.com

Gancho Vachkov (Azerbaijan), MSc, PhD, Professor, Baku Higher Oil School (BHOS), Process Automation Engineering (PAE) Department, gancho.vachkov@gmail.com

George Mengov (Bulgaria), MSc, PhD, Professor of Decision Science and IT Management, Faculty of Economics and Business Administration, Sofia University St. Kliment Ohridski, g.mengov@feb.uni-sofia.bg

Juš Kocijan (Slovenia), MSc, PhD, Professor, Department of Systems and Control, Jožef Stefan Institute, Ljubljana, jus.kocijan@ijs.si

Kiril Tenekedjiev (Australia), MSc, PhD, DSc, Professor in Systems Engineering, National Centre for Maritime Engineering and Hydrodynamics, Australian Maritime College, University of Tasmania, kiril.tenekedjiev@fulbrightmail.org

Kosta Boshnakov (Bulgaria), MSc, PhD, Professor of Industrial Automation, University of Chemical Technology and Metallurgy (UCTM), Sofia, kosta.boshnakov@gmail.com
Larry Stapleton (Ireland), MA, PhD, CPIM, Director of Centre for Information Systems and Techno-culture (INSYTE), Waterford Institute of Technology (WIT), larrystapleton@knewfutures.com
Liping Fan (China), MSc, PhD, Professor, College of Information Engineering, Shenyang University of Chemical Technology, Shenyang, flpsd@163.com
Lyubka Doukovska (Bulgaria), MSc, PhD, DSc, Professor, Corresponding Member of the Bulgarian Academy of Sciences, Head of Department of Intelligent Systems, Institute of Information and Communication Technologies, Bulgarian Academy of Sciences, l.doukovska@mail.bg
Michail Petrov (Bulgaria), MSc, PhD, Professor, Department of Control Systems, Technical University of Sofia, Plovdiv Branch, mpetrov@tu-plovdiv.bg
Milena Lazarova (Bulgaria), MSc, PhD, Professor, Head of Department of Computer Systems, Faculty of Computer Systems and Technologies, Technical University – Sofia, milaz@tu-sofia.bg
Mirolyub Mladenov (Bulgaria), MSc, PhD, DSc, Professor, Angel Kanchev University of Ruse, Bulgaria, mladenov@uni-ruse.bg
Nadja Hvala (Slovenia), MSc, PhD, Senior Researcher, Department of Systems and Control, Jožef Stefan Institute, Ljubljana, nadja.hvala@ijs.si
Natalia Nikolova (Australia), MSc, PhD, Professor in Decision Sciences, National Centre for Ports and Shipping, Australian Maritime College, University of Tasmania, natalianik@gmail.com
Nencho Deliiski (Bulgaria), MSc, PhD, DSc, Professor, University of Forestry in Sofia, deliiski@netbg.com
Nikola Kasabov (New Zealand), MSc, PhD, Professor, Director of the Knowledge Engineering and Discovery Research Centre (KEDRI), Personal Chair of Knowledge Engineering in the School of Engineering, Computing and Mathematical Sciences, Auckland University of Technology, Fellow of Royal Society of New Zealand, nkasabov@aut.ac.nz
Nikola Nikolov (Bulgaria), MSc, PhD, Professor, Head of Department of Automation, Technical University of Varna, Bulgaria, nn_nikolov@tu-varna.bg
Nikola Nikolov (Ireland), MSc, PhD, Academic Faculty Member, Department of Computer Science and Information Systems (CSIS), Co-head of the Big Data and Analytics Research Group (BDARG) at CSIS, University of Limerick, nikola.nikolov@ul.ie
Pencho Venkov (Bulgaria), MSc, PhD, Associate Professor, Faculty of Automatics, French Faculty of Electrical Engineering, Technical University of Sofia, pencho.g.venkov@gmail.com
Petia Georgieva (Portugal), MSc, PhD, Associate Professor, Department of Electronics, Telecommunications and Informatics (DETI), Institute of Electronics and Informatics Engineering of Aveiro (IEETA), Intelligent Robotics and Systems Lab, University of Aveiro, petia@ua.pt
Petia Koprinkova-Hristova (Bulgaria), MSc, PhD, Professor, Institute of Information and Communication Technologies, Bulgarian Academy of Sciences, pkoprinkova@yahoo.com
Petko Ruskov (Bulgaria), MSc, PhD, Associate Professor, Faculty of Mathematics and Informatics, Sofia University St. Kliment Ohridski, petkor@fmi.uni-sofia.bg
Petrica Vizureanu (Romania), MSc, PhD, Professor, Technical University Iasi, Romania, Universiti Malaysia Perlis, Malaysia, peviz2002@yahoo.com
Plamen Angelov (United Kingdom), MSc, PhD, DSc, Professor, Lancaster University, FIEEE, FIET, Fellow of ELLIS (https://ellis.eu/fellows), Director of Research, School of Computing and Communications, founding Director of LIRA Research Centre (www.lancs.ac.uk/lira), p.angelov@lancaster.ac.uk
Radovan Madleňák (Slovakia), MSc, PhD, Professor, Department of Communications, University of Žilina, radovan.madlenak@fpedas.uniza.sk
Stanimir Yordanov (Bulgaria), MSc, PhD, Associate Professor, Department of Automation, Information and Control Systems, Technical University of Gabrovo, sjjordanov@gmail.com
Toshko Nenov (Bulgaria), MSc, PhD, Professor, Technical University of Gabrovo, tgnenov@gmail.com
Žarko Ćojbašić (Serbia), MSc, PhD, Professor, University of Niš, Mechanical Engineering Faculty, zcojba@ni.ac.rs

PUBLISHING BOARD

CHAIR – Valeri Andreev (MSc, General Manager, Systems Automation Technologies – SAT EOOD, Bulgaria)
DEPUTY CHAIR – Vassil Sgurev (MSc, PhD, DSc, Professor, Academician of Bulgarian Academy of Sciences, Department of Intelligent Systems, Institute of Information and Communication Technologies, Bulgarian Academy of Sciences)

MEMBERS
Ivan Kurtev (MSc, PhD, Professor, French Faculty of Electrical Engineering, Technical University of Sofia, Member of the Standing Committee on Post-accreditation Monitoring and Control at the National Evaluation and Accreditation Agency)
Julian Bojkov (MSc, General Manager, Rittal EOOD, Bulgaria)
Kamen Spasov (MSc, MBA, PhD, Professor, Faculty of Economics and Business Administration, Sofia University St. Kliment Ohridski)
Lyubka Doukovska (Bulgaria), MSc, PhD, DSc, Professor, Corresponding Member of the Bulgarian Academy of Sciences, Head of Department of Intelligent Systems, Institute of Information and Communication Technologies, Bulgarian Academy of Sciences, l.doukovska@mail.bg
Nikola Petkov (MSc, Sales Manager Process Automation at Siemens EOOD, Bulgaria)
Vladimir Angelov (MSc, General Manager, Honeywell EOOD, Bulgaria)

EDITORIAL OFFICE

Automatica and Informatics Journal, John Atanasoff Society of Automatics and Informatics (SAI)
108 Rakovski St., 1000 Sofia, Bulgaria
sai.bg.office@gmail.com, www.sai-bg.com

EDITOR – Mariana Dotsinska (MSc of Industrial Automation)
PREPRESS – Mina Yadkova

ISSN 0861-7562 Print
ISSN 2683-1279 Online

URL: https://sai-bg.com/category/journals/automatica-and-informatics/

Същност и внедряване на ESD системи за аварийно изключване при управление на технологични процеси

В. Цолов, Н. Николов

Essence and Implementing ESD Systems for Emergency Shutdown in Control of Technological Processes

V. Tsolov N. Nikolov

Department of Automation, Faculty of Computing and Automation, Technical University of Varna, 1 Studentska St., 9010 Varna, Bulgaria, viktor.tsolov@tu-varna.bg, nn_nikolov@tu-varna.bg

Key Words: *Emergency Shutdown Systems (ESD); automation systems; automatic control systems; temperature; pressure; level; Safety Integrity Levels (SIL).*

Abstract. *Emergency Shutdown (ESD) systems are a fundamental part of the functional safety structure of modern industrial plants and are intended to protect personnel, equipment, the environment and production assets when hazardous deviations occur in technological processes. Their principal task is to detect conditions that may lead to loss of containment, fire, explosion, equipment damage or uncontrolled release of hazardous substances and to bring the process, or a defined part of it, to a predetermined safe state within the available process safety time. Unlike the basic process control system, which maintains production variables around their normal operating set points, the ESD system performs independent safety functions and remains capable of acting when the normal control layer is unavailable or has failed. For this reason, appropriate physical and functional separation from the BPCS/DCS, independent power supplies and communication paths, fail-safe design principles and controlled access to application software are essential requirements. A typical ESD architecture comprises field sensors and transmitters, a safety logic solver and final control elements. Pressure, temperature, flow, level, flame, smoke and gas concentration may be monitored depending on the hazards identified during the risk assessment. The logic solver evaluates the input signals, applies alarm limits, hysteresis, time confirmation and interlock conditions, and initiates a trip when the defined safety criteria are fulfilled. The final elements, including shutdown valves, solenoid valves, motor contactors, dampers and isolation devices, execute the required action and must move reliably to their safe position, including in the event of loss of electrical or pneumatic energy. Redundancy and voting arrangements such as 1oo1D, 1oo2, 2oo2 and 2oo3 are selected according to the required balance between safety availability, resistance to spurious trips and fault tolerance. In particular, 2oo3 voting enables continued operation after a single channel fault while preserving the capability to initiate shutdown when two independent channels confirm the hazardous condition. The implementation process begins with hazard identification and risk analysis, followed by the definition of Safety Instrumented Functions in the Safety Requirements Specification. Each SIF is assigned a target Safety Integrity Level in accordance with the required risk reduction and the applicable principles of IEC 61508 and IEC 61511. The selection of technical means therefore cannot be based only on measurement range, accuracy or purchase price. It must also consider systematic capability, failure rates, diagnostic coverage, hardware fault tolerance, environmental resistance, response time, proof-test interval, maintainability, common-cause failures, cybersecurity and the availability of documented operating experience. Verification of the achieved performance includes evaluation of the average probability of failure on demand, architectural constraints and the contribution of sensors, logic solver and final elements to the total probability of failure. Since final elements commonly represent a substantial share of the SIF failure probability, suitable actuator sizing, de-energize-to-trip philosophy and partial-stroke testing of shutdown valves are especially important. Reliable operation throughout the entire safety lifecycle requires continuous self-diagnostics, time-stamped event logging, alarm transmission to HMI/SCADA, management of bypasses and overrides, periodic proof testing, calibration, preventive maintenance and formal procedures for modification and restart after a trip. Diagnostic information supports early detection of degraded channels, but it does not replace proof testing of dangerous failures that remain hidden during normal operation. Human factors are also significant: alarms must be unambiguous, operator actions must be clearly defined, and reset of the shutdown function should be possible only after the initiating cause has been removed and the plant has been verified as safe. The article examines the essence and application of ESD systems and systematizes the principal criteria for selecting sensors, safety controllers, communication interfaces and final control elements. The presented approach emphasizes that effective emergency shutdown is achieved not by a single certified device, but by the coordinated design, validation, operation and maintenance of the complete safety instrumented function. Properly implemented ESD systems reduce the probability and consequences of major industrial accidents, improve protection of people and the environment, and contribute to the dependable and sustainable operation of technological installations.*

Въведение

Системите за аварийно изключване (Emergency Shutdown – ESD) са предназначени да осигурят безопасност на хората, оборудването и околната среда при възникване на опасни ситуации в технологичните процеси. Те представляват автоматизирани системи, които откриват отклонения от нормалните параметри и осъществяват бързо и надеждно преустановяване на процеса, за да се предотвратят аварии, експлозии или изтичане на опасни вещества.

ESD системите са част от общата система за функционална безопасност (Safety Instrumented System – SIS) и реализират най-високото ниво на защита, определено по стандарта IEC 61508/61511. Основните им функции включват откриване на аварийни условия чрез синзори, логическа обработка на сигналите чрез контролер, задействане на изпълнителни механизми и индикация на събитията.

ESD системите намират широко приложение в редица индустрии, където е необходима висока степен на сигурност. Те се внедряват за защита на инсталациите, обслужващия персонал и околната среда при критични технологични отклонения. Изисква се да притежават висока скорост на реакция, превишаваща тази на други аварийни механизми, като аварийния стоп или защити в програмируемите логически контролери (PLC), което гарантира бързо и ефективно преустановяване на процеса или на отделни негови части.

Изборът на технически средства е ключов за ефективността и надеждността на системата.

Основните елементи на тези системи са:

- **Сензори**, които следят определени рискови параметри като налягане, температура и ниво и трябва да притежават висока точност, устойчивост и взривозащитеност;
- **Логически контролери** (PLC/ESD контролери), които трябва да притежават висока надеждност, възможност за самодиагностика и сертификат за безопасност;
- **Изпълнителни механизми** – вентили, прекъсвачи и задвижвания, осигуряващи бързо прекъсване на процеса;
- **Системи за визуализация и сигнализация** (HMI, SCADA), които информират операторите и архивират събитията. При внедряването на ESD системи се извършва анализ на риска, определя се необходимото ниво на безопасност/ниво на интегритет (Safety Integrity Level – SIL) и се осигурява съвместимост с останалите системи за управление. Високата надеждност, дублирането на критични елементи и лесната поддръжка са задължителни изисквания при проектирането.

Същност

ESD системата е последната линия на защита в рамките на общата система за функционална безопасност (Safety Instrumented System – SIS). Тя се активира автоматично и ограничава последствията от опасни събития като експлозии, пожари, изтичане на токсични или горими вещества и други критични ситуации.

Основните функции на една ESD система са:

- наблюдение и откриване на аварийни състояния чрез сензори и детектори (за налягане, температура, ниво, разход и други);
- логическа обработка на сигналите чрез контролер, който определя необходимите действия и тяхната последователност;
- активиране на изпълнителни механизми (вентили, прекъсвачи, задвижвания, блокировки и други);
- сигнализация и архивиране на събитията за последващ анализ.

ESD системите се проектират в съответствие с международните стандарти IEC 61508 и IEC 61511, които определят нивата на безопасност (SIL) и изискванията за надеждност и отказоустойчивост.

В съвременните технологични предприятия ESD системите се интегрират с други системи за управление (DCS, PLC, SCADA), като осигуряват автоматично и безопасно спиране на процесите при настъпване на аварийни ситуации и гарантират сигурността на производствените инсталации.

Основните области, в които ESD намира приложение, са:

- **Нефтена и газова промишленост** – използват се за защита на добивни платформи, компресорни станции и рафинерии, като предотвратяват изтичане на горими газове, експлозии и пожари чрез автоматично затваряне на клапани и спиране на потоци при авария;
- **Химическа и фармацевтична индустрия** – при производство и съхранение на токсични или реактивни вещества системите осигуряват безопасно изключване на реактори, смесители и помпи при опасни отклонения от зададените параметри на системата;
- **Енергетика и топлоелектрически централи** – използват се за защитата на турбини, котли и паропроводи от прегряване, свръхналягане или загуба на охлаждане, като генерират контролирано спиране на инсталацията;
- **Металургия и машиностроене** – използват се за предотвратяване на повреди в пещи, пресови линии и автоматизирани производствени системи при механични или електрически неизправности.

Избор на технически средства

Ключов показател, оказващ влияние върху избора на техническите средства, е т. нар. *средна вероятност за отказите при поискване* (PFDavg). PFDavg е съкра-

щение от Probability of Failure on Demand average и се използва за изчисляване на нивото на интегритет на безопасността (SIL) на функцията на безопасност (Safety Instrumented Function – SIF). Той показва каква е средната вероятност системата за безопасност да не изпълни функцията си за безопасност, когато е необходимо. По-ниската стойност на PFDavg показва по-надеждна система и по-високо ниво на безопасност [12].

Подборът на техническите средства за реализиране на ESD системата трябва да гарантира достигане на целевото SIL ниво (IEC 61508/61511) [12,13] – *табл. 1*.

Коефициентът на PFDavg се определя по следната формула:

$$(1)\quad \mathrm{PFDavg} = \frac{\lambda_D \times T_I}{2},$$

където λ_D е честотата на опасни неоткрити повреди (повреди/час); T_I е интервалът на доказателствения тест (часове).

За по-сложни архитектури (1oo2, 2oo3 и т.н.) или когато са включени диагностичното покритие и времето за ремонт, формулата придобива следния вид:

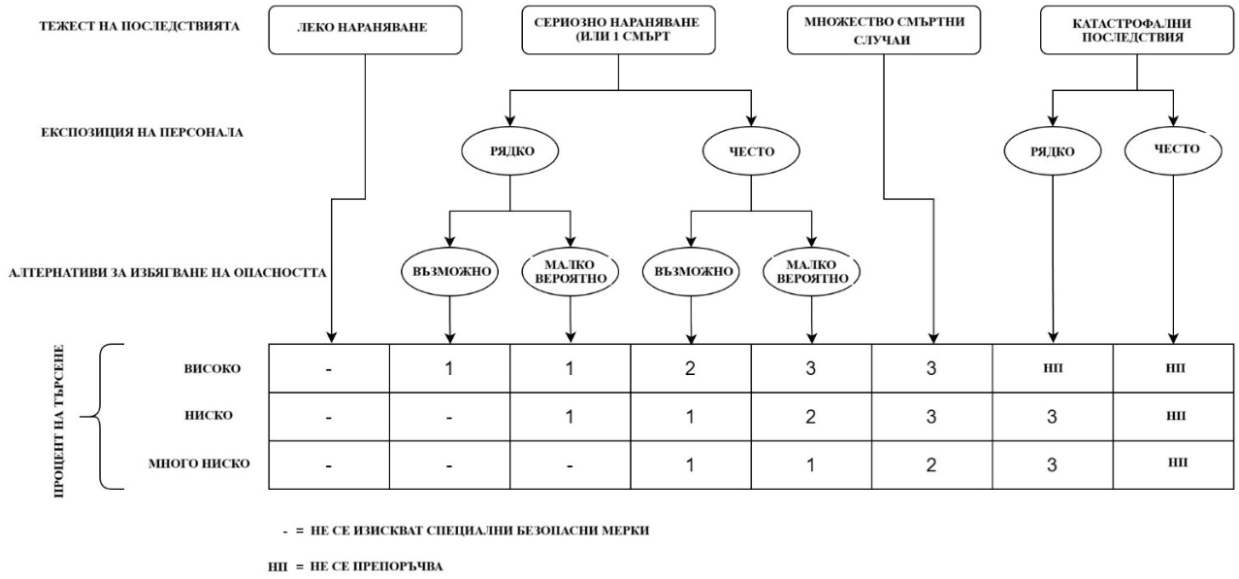
$$(2)\quad \mathrm{PFDavg} = \frac{\lambda_{DU} \times (T_I + \mathrm{MTTR})}{2} \times (1 - \mathrm{DC}),$$

където λ_{Du} е опасният процент на неоткрити повреди; MTTR е средното време за ремонт; DC е диагностичното покритие.

Табл. 1. SIL ниво (IEC 61508/61511)

SIL ниво	PFDavg диапазон	Фактор за намаляване на риска (Risk Reduction Factor, RRF)
SIL 1	10^{-2} до < 10^{-1}	10 до 100
SIL 2	10^{-3} до < 10^{-2}	100 до 1,000
SIL 3	10^{-4} до < 10^{-3}	1,000 до 10,000
SIL 4	10^{-5} до < 10^{-4}	10,000 до 100,000

Нивата на безопасност (нива на интегритет) SIL – *фиг. 1*, са основна част при избора на технически средства при проектирането на системите за автоматично регулиране на различни типове величини.



Фиг. 1. Нива на безопасност (нива на интегритет) SIL

Ниво 1 – представлява ниво с базирани изисквания, чрез които системата да бъде изключена с цел предотвратяване на относително дребни инциденти, като това се постига чрез определен процент на грешка при управление [15].

Ниво 2 – представлява ниво с базирани изисквания, чрез които системата да бъде изключена с цел предотвратяване на по-сериозни проблеми, някои от които могат да доведат до сериозни наранявания или смърт на работниците и/или служителите [15].

Ниво 3 – представлява ниво с базирани изисквания, чрез които системата да бъде изключена с цел предотвратяването на сериозни проблеми, които от своя страна биха довели до сигурна смърт на работниците и/или служителите [15].

Ниво 4 – представлява ниво с базирани изисквания, чрез които системата да бъде изключена с цел предотвратяване на мащабни проблеми, които ще доведат до смърт на работници и/или служители [15].

Архитектура и принципи [17]

- Физическо и логическо разделяне от основната система за управление (BPCS – Basic Process Control System) и разпределената система за управление (DCS – Distributed Control System), независими захранвания и мрежи;
- Резервираност и гласуване – 1oo2 за висока наличност; 2oo3 за толеранс към единичен отказ; 1oo1D при по-нисък SIL и диагностика;
- Fail-safe философия – при загуба на захранване процесът преминава в безопасно състояние

(клапани fail-close/open, които отново се избират според оценения риск);
- Самодиагностика и доказателствени тестове (proof testing), включително функционален тест (PST – Partial Stroke Test) на ESD клапани.

Изисквания при избор на полева измервателна апаратура (сензори/детектори) [17]
- Сертификат за безопасност (SIL-capable), диагностични функции, ниска систематична грешка;
- Среда и зона за монтаж – ATEX/IECEx за опасни зони, устойчивост на температура, вибрации, корозия;
- Динамика – бързодействие, ниска зона на хистерезис;
- Надеждност – за възможно пресмятане на PFDavg.

Изисквания при избор на логически решаващ елемент (контролер)
- Сертификати по IEC 61508 (до нужния SIL), вградено диагностиране, архив на събития, часовник/синхронизация за разследвания;
- Резервираност на процесор – комуникационни модули и захранвания;
- Комуникации, изолирани от BPCS; поддръжка на безопасни протоколи (например PROFISAFE) за отдалечени I/O;
- Киберсигурност в съответствие с IEC 62443 и поддръжка на журнали и сегментация.

Изисквания при избор на изпълнителни устройства, която е една от най-важните стъпки, тъй като клапаните и изключвателите определят реалната способност за спиране [17,18]
- Клапани – шъбирни или с пружинно връщане;
- Актюатори – пневматични, електрически или хидравлични;
- Соленоиди и позиционери със сертификат (двойни соленоиди при използване на логика 1oo2);
- PST функционалност с частично затваряне за повишаване на покритието на диагностика между пълните тестове;
- Сензори за положение (limit switches) за потвърждаване на реално движение/затваряне;
- Електрически прекъсвачи за двигатели/помпи;
- Безопасни контактори с бързи прекъсвачи, поддържащи UVT (Under-Voltage Trip).

Изисквания при избор на електрозахранвания и спомагателни системи [19]
- Двуканални захранвания със селективни предпазители; UPS/DC буфери за контролера и I/O;
- За пневматичната част – въздух с филтрация и осушаване (пневматични групи);
- Кабелни трасета с физическо разделяне – екраниране EMC.

Изисквания при избор на човеко-машинен интерфейс и аларми [17,18,19]
- Механични бутони за EMERGENCY STOP (тип гъба, със самозадържане, механично отключване), свързани директно към ESD логиката;
- HMI/SCADA – само за мониторинг, без да заобикаля ESD логиката;
- алармен мениджмънт (ISA-18.2/IEC 62682) с приоритети, филтриране и отчетност.

Изисквания към документация, валидиране и поддръжка – SRS (Safety Requirements Specification)
- Процесно описание, SIF-и, граници, реакции, времена;
- Изчисления – PFDavg, покритие на диагностика, интервали за тестове (proof test intervals);
- FAT/SAT, Loop Check, Cause & Effect матрици, протоколи за функционални тестове;
- Експлоатация – план за поддръжка, калибрации, периодични тестове, управление на промени (MOC).

Практически критерии за избор (чеклист)
- Целево SIL по SIF;
- Изискван Spurious Trip Rate и допустимо време за спиране;
- Спецификация ATEX/IECEx и IP – корозионна устойчивост (влаго- и прахоустойчивост);
- Резервираност/гласуване на входове, логика и изходи;
- Диагностика (включително PST), налични MTBF/λ данни и поддръжка на изчисленията;
- Киберсигурност и сегментация от BPCS;
- Наличност на резервни части, локален сервиз и TCO (обща цена на притежание);
- Cause & Effect таблица и процедури за тест/обучение.

Роля на PST при избор на технически средства

При избор на ESD система важна стъпка е изборът на тест на частичен ход – PST (Partial Stroke Test). PST е функционален тест, при който клапаните се задействат частично (обикновено на 10-20% от пълния си ход), без напълно да се затварят или отварят, с цел да се провери работоспособността на клапана и изпълнителния механизъм, без да се прекъсват процесът или потокът на флуида.

Основни цели на PST
- Проверка на пневматиката и сигнализацията на изпълнителния механизъм;
- Намаляване на вероятността за отказ при реална аварийна ситуация;

- Удължаване на интервалите между пълните функционални тестове, които изискват спиране на инсталацията.

Методи за извършване на PST
- Стъпка 1 – клапанът е в нормално работно положение (например напълно отворен);
- Стъпка 2 – тестът се инициира чрез контролна система SIS или локално устройство;
- Стъпка 3 – изпълнителният механизъм премества клапана частично (например 15%);
- Стъпка 4 – клапанът се връща в изходно положение;
- Стъпка 5 – системата записва резултата (времето за реакция, скорост, позиция и други).

Видове PST
- Механичен PST – използва механични ограничители, които спират движението на клапана;
- Електронен PST – управлява се от електронен контролер (например smart positioner), който точно ограничава хода.

Ползи от PST
- Подобрява надеждността на системата за безопасност;
- Намалява риска от отказ по време на авария;
- позволява online тестване, без да спира производствения процес;
- Осигурява диагностични данни за прогнозна поддръжка.

DOWNTIME в системите за аварийно изключване (Emergency Shutdown Systems – ESD)

DOWNTIME в контекста на Emergency Shutdown System (ESD) е времето, през което дадена система или инсталация е недостъпна, неработеща или извън експлоатация след активиране на аварийно изключване. DOWNTIME може да се приеме за периода от момента на задействане на системата (аварийно изключване) до момента, в който оборудването или инсталацията:
- се връща в нормален режим на работа;
- отново е достъпна за експлоатация.

Или казано така: DOWNTIME е времето на престой, причинено от:
- задействане на ESD;
- диагностика и проверки;
- отстраняване на причините за аварийно изключване;
- рестартиране и тестване на системата;

Видовете DOWNTIME в ESD са:
Планиран престой (Planned Downtime):
- Системата се тества за поддръжка профилактично;
- Производството се спира контролирано.

Непланиран престой (Unplanned Downtime):
- Системата на ESD се задейства поради авария, теч, превишено налягане и други;
- Производството спира внезапно;
- Най-критичен вид, влияещ на безопасността и на икономическите показатели.

Следеното на DOWNTIME на ESD е важна стъпка [11, 12, 13] за:
- анализ на надеждността на системата (например MTBF, MTTR);
- оптимизация на производствените загуби;
- оценка на ефективността на процедурите за възстановяване;
- повишаване на безопасността и намаляване на фалшивите задействания.

Основните показатели, свързани с DOWNTIME, са [12, 13]:
- MTBF (Mean Time Between Failures) – средно време между повреди;
- MTTR (Mean Time To Repair) – средно време за възстановяване;
- Availability – достъпност, която се получава от следната формула:

$$(3)\quad \frac{MTBF}{MTBF+MTTR} x100;$$

- DOWNTIME per Year – общ престой за година – използва се оценка на експлоатационната готовност.

Разглежда се следният примерен изчислителен модел за DOWNTIME на ESD при химическа инсталация:

Табл. 2. Лог на инцидентите и DOWNTIME

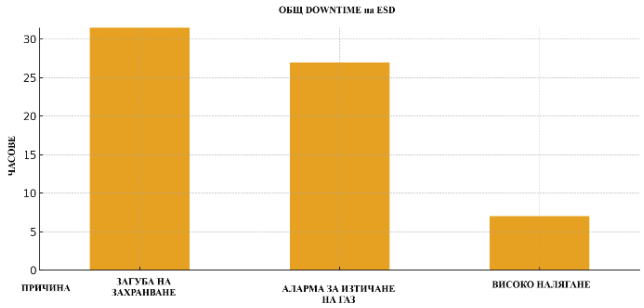
Дата	Причина	Диагностика в часове	Време за поправка в часове	Време за рестарт на системата в часове	Общ DOWNTIME в часове
2024-01-30	Аларма за изтичане на газ	1.45	2.47	2.98	6.9
2024-04-09	Загуба на захранване	1.86	4.37	2.23	8.46
2024-06-10	Загуба на захранване	1.4	4.59	0.99	6.98

Дата	Причина	Диагно-стика в часове	Време за поправка в часове	Време за рестарт на системата в часове	Общ DOWNTIME в часове
2024-08-01	Загуба на захранване	0.83	4.44	0.67	5.94
2024-08-16	Загуба на захранване	0.8	2.32	2.09	5.21
2024-08-25	Аларма за изчитане на газ	1.89	5.41	2.91	10.21
2024-10-31	Високо налягане	1.75	2.36	2.91	7.02
7074-17-22	Загуба на захранване	1.12	2.38	1.48	4.98
2024-12-28	Аларма за изтичане на газ	1.9	5.21	2.77	9.88

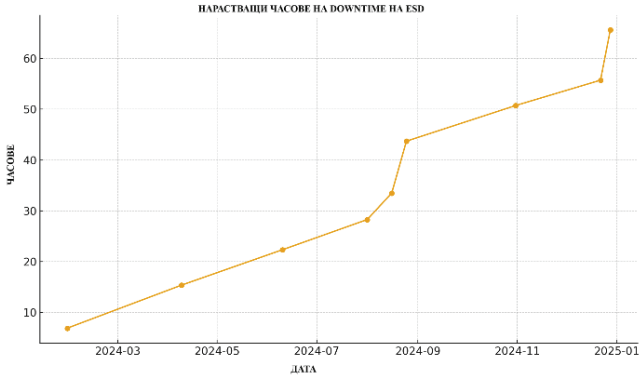
Табл. 3. Показател на ефективност – KPI

Показател за ефективност – KPI на системата за аварийно изключване – ESD	
Показател	**Стойност**
Сработване на защита (брой пъти)	9.0
MTTR в часове	7.29
MTBF в часове	959.14
Availability (%)	99.25
Годишен Downtime в часове	65.58

По представената формула (3) за Availability се получава графиката за общ DOWNTIME на ESD, показана на *фиг. 2*.



Фиг. 2. Общ DOWNTIME на ESD



Фиг. 3. Нарастващи часове на DOWNTIME на ESD

Заключение

ESD системите са основен елемент за безопасна експлоатация на промишлените процеси. Те осигуряват последната линия на защита при аварии и допринасят за устойчиво, сигурно и ефективно управление на производствените инсталации.

Проектирането на ESD системите изисква специален подбор на техническите средства за автоматизация. Ключов показател, оказващ влияние върху избора на техническите средства, е т. нар. *средна вероятност за отказите при поискване* (PFDavg). Избраните технически средства трябва да гарантират достигане на целевото SIL ниво.

Архитектурата и принципите за изграждане на ESD системите трябва да отговарят на редица специфични изисквания като физическо и логическо разделение на системите, резервираност, самодиагностика и други.

Специални изисквания се предявяват и към полевото оборудване, логическия контролер, изпълнителните устройства HMI и SCADA системите. При проектирането на ESD система важна стъпка е изборът на тест на частичен ход – PST.

Литература

1. ABB Inc. Industrial Automation. Level Measurement Products Overview. Baton Rouge, 2018.
2. VEGA Grieshaber. Level Detection in Liquids. Germany, 2022.
3. Hamlett, L. Pressure Handbook – A Basic Guide to Understanding Pressure. Yokogawa, 2022.
4. Pedersen, A., C. Steiniche. Safe Operation and Emergency Shutdown of Wind Turbines. Aalborg University, 2012.
5. Rezaeib, M. A Methodology for Choosing an Emergency Shutdown System. – *Control*, 2017.
6. Allen-Bradley. Redundancy Systems User Manual. Rockwell Automation Publication, 2025.
7. Kenexis. Safety Instrumented Systems Engineering Handbook. Kenexis Consulting Corporation, Columbus, OH, 2010.
8. Cameron, K., A. Lewis, D. Montalvao, M. R. Herfatmanesh. In-Service Performance of Emergency Shutdown Valves and Dependent Operational Relationships in the Offshore Oil and Gas Industry. Production and Hosting by Elsevier on behalf of KeAi, 2023.
9. ABB Inc. Industrial Automation. Level Measurement Products Overview. Baton Rouge, 2018.
10. VEGA Grieshaber. Level Detection in Liquids. Germany, 2022.
11. Hamlett, L. Pressure Handbook – A Basic Guide to Understanding Pressure. Yokogawa, 2022.
12. Pedersen, A., C. Steiniche. Safe Operation and Emergency Shutdown of Wind Turbines. Aalborg University, 2012.
13. Rezaeib, M. A Methodology for Choosing an Emergency

Shutdown System. – *Control,* 2017.
14. Allen-Bradley. Redundancy Systems User Manual. Rockwell Automation Publication, 2025.
15. Kenexis. Safety Instrumented Systems Engineering Handbook. Kenexis Consulting Corporation, Columbus, OH, 2010.
16. Cameron, K., A. Lewis, D. Montalvao, M. R. Herfatmanesh. In-Service Performance of Emergency Shutdown Valves and Dependent Operational Relationships in the Offshore Oil and Gas Industry. Production and Hosting by Elsevier on behalf of KeAi, 2023.
17. Hansen. K. Redundancy Ethernet in Industrial Automation. ABB Corporate Research, IEEE, 2005.
18. Bae, J.-H., S.-C. Shin, B.-C. Park, S.-Y. Kim. Design Optimization of ESD (Emergency Shutdown) System for Offshore Process Based on Reliability Analysis. – *MATEC Web of Conferences*, 2016.
19. SIGTTO. ESD Systems. Second Edition. SIGTTO, Bermuda, 2021.
20. IEC 61508. Functional Safety of Electrical/Electronic/ Programmable Electronic Safety-Related Systems. International Electrotechnical Commission, Geneva, 2010.
21. IEC 61511. Functional Safety – Safety Instrumented Systems for the Process Industry Sector. International Electrotechnical Commission, Geneva, 2016.
22. API Recommended Practice 556. Instrumentation and Control Systems for Fired Heaters and Boilers. American Petroleum Institute, Washington, D.C., 2011.
23. ISA TR84.00.02. Safety Instrumented Functions (SIF) – Safety Integrity Level (SIL) Evaluation Techniques. International Society of Automation, Research Triangle Park, NC, 2015.
24. Emerson Process Management. Safety Instrumented Systems – White Paper. Emerson Electric Co., 2019.
25. Siemens AG. Process Safety Guide – ESD & SIS Design. Siemens AG, Munich, 2020.
26. Honeywell Process Solutions. Safety Manager ESD System Overview. Honeywell International Inc., Phoenix, AZ, 2021.
27. Yokogawa Electric Corporation. Safety Instrumented Systems (SIS) and Emergency Shutdown (ESD) Solutions. Yokogawa, Tokyo, 2022.
28. ISA 84. Functional Safety: Safety Instrumented Systems for the Process Industry. International Society of Automation, Research Triangle Park, NC, 2018.

За контакти:
Инж. **Виктор Цолов,** докторант
viktor.tsolov@tu-varna.bg
Проф. д-р **Никола Николов**
nn_nikolov@tu-varna.bg
Катедра "Автоматизация на производството"
Технически университет – Варна

ФНТС ВИ ПРЕДЛАГА
КОМПЛЕКСНИ УСЛУГИ:

Специалисти-консултанти за разработване на проекти, свързани с технологични иновации, финансова политика, патентна защита и др.

Федерацията на научно-техническите съюзи ще ви осигури конферентни и изложбени зали, симултанна техника и мултимедия, отлични възможности за провеждане на вашите събития, промоции, коктейли.

Спестете време, средства и енергия като се възползвате от комплексните услуги на Федерацията и удобните зали от 14 до 220 места, в центъра на София.

ЗАПОВЯДАЙТЕ ПРИ НАС!





Зала / брой места / брой часове	Делнични дни				Почивни и празнични дни		
	до 2 часа	до 4 часа	от 4 до 8 часа	от 8 до 12 часа	до 4 часа	от 4 до 8 часа	от 8 до 12 часа
Зала №1 (45 кв. м)	102 EUR	204 EUR	306 EUR	409 EUR	306 EUR	409 EUR	562 EUR
Зала №2 (40 места)	102 EUR	204 EUR	306 EUR	409 EUR	306 EUR	409 EUR	562 EUR
Зала №3 (90 места)	153 EUR	255 EUR	409 EUR	562 EUR	383 EUR	511 EUR	613 EUR
Зала №4 (220 места)		409 EUR	613 EUR	766 EUR	511 EUR	766 EUR	1022 EUR
Зала №105 А (54 места)	102 EUR	153 EUR	255 EUR	409 EUR	281 EUR	409 EUR	562 EUR
Зала №109 (27 места)	76 EUR	127 EUR	204 EUR	255 EUR	255 EUR	306 EUR	409 EUR
Зала №302 (14 места)	54 EUR	76 EUR	127 EUR	204 EUR	127 EUR	204 EUR	255 EUR
Зала №312 (25 места)	76 EUR	127 EUR	204 EUR	255 EUR	255 EUR	306 EUR	209 EUR
Зала №507 (20 места)	54 EUR	76 EUR	127 EUR	204 EUR	127 EUR	204 EUR	255 EUR

Цените са без ДДС и са в сила от 01. 01. 2026 г.!
София, 1000, ул. „Г. С. Раковски" №108; www.fnts.bg
Национален дом на науката и техниката
тел: +359 2 987 72 30 , e-mail: info@fnts.bg

Изследване и анализ на устойчивостта на производството на биоенергия в България

Б. Делийска, А. Иванова

Research and Analysis of Sustainability of Bulgarian Bioenergy Production

B. Deliyska, A. Ivanova

Faculty of Forest Industry, Department of Mathematics, Physics and Informatics, University of Forestry – Sofia, 10 Kliment Ohridski Blvd., 1797 Sofia, Bulgaria, deliyska@ltu.bg, aivanova@ltu.bg

Key Words: *Bioenergy; sustainability index; Bulgarian bioenergy production; information system.*

Abstract. *The sustainable production of bioenergy (including bioelectricity and solid, liquid, and gaseous biofuels) is an important factor in reducing greenhouse gas (GHG) emissions. Bioenergy sustainability is determined by international and national standards and certification schemes. In addition, bioenergy sustainability assessment may consider other environmental, economic, and social indicators, such as the existence of circular production, wages, company profits, social benefits, etc. In the present work, research and analysis of the sustainability of Bulgarian bioenergy production are carried out. For this purpose, a research methodology is developed, including the formulation of an index of bioenergy production sustainability; collection of data on Bulgarian bioenergy-producing firms; and calculation and analysis of the sustainability index using a prototype information system and database for data storage and querying. Due to the relatively complete data available, the analysis was conducted for 148 firms in 2022. The firms are ranked according to their sustainability index values, and an analysis is provided based on their type of production and raw materials, availability of certificates, etc. Overall, the results of the analysis indicate insufficient sustainability of bioenergy production and the need to develop and implement national standards and certification schemes corresponding to European and international ones. It was found that accurate and reliable data are not available for a large number of firms in the bioenergy sector. One of the reasons is the high dynamics of this relatively new industrial sector, including the frequent opening, closing, and re-registration of firms; another is untimely reporting. The present research and analysis constitute a first attempt to investigate the sustainability of Bulgarian bioenergy production. As a next step, an extended analysis of bioenergy sustainability over a period of several years is planned, including a georeferenced digital map of Bulgarian bioenergy producers.*

Introduction

The sustainable production of bioenergy (including bioelectricity, solid, liquid and gaseous biofuels) is an important factor forr achieving reduction of greenhouse gas (GHG) emissions. In European Union (EU), the share of renewable energy source (RES) in energy consumption for 2024 is approximately 25.4%. About 60% of this share is of the bioenergy [12].

Bioenergy is a renewable energy produced directly from biomass or from biofuels derived from biomass. Unlike other renewable energy (from the sun, wind, water) which is inconstant and variable, the bioenergy is predictable and easier to balance and integrate into the national industry and households. The sources (raw materials), namely biomass, include: trees and wood waste; energy crops and residues; organic waste from industry, agriculture and households, as well as biogas from manure, landfill, etc.

The sustainable production and consumption of bioenergy is related to compliance with a number of requirements and regulations, regarding the origin and treatment of biomass, research of risks and benefits, the market, necessary investments, etc.

The different aspects of bioenergy sustainability are subject to specific standards and certifications. For example, standard ISO 13065 [9] on bioenergy sustainability criteria published in 2015 and revised in 2021, specifies principles, criteria and indicators for the bioenergy supply chain to facilitate assessment of environmental, social and economic aspects of sustainability. Other important standard in the area is ISO 17225-1:2021 [8] determining the fuel quality classes and specifications for solid biofuels of raw and processed materials.

On the base of these standards, national and international certificates are developed. The most recognized international certificates for sustainability of biomass, bioelectricity, liquid and gaseous biofuels are [3]:

- ISCC (International Sustainability and Carbon Certification) – system of certificates designed to promote sustainability, traceability, and climate-friendly practices in supply chains for bio-

based, and renewable sources.
- REDcert – European Union (EU) certificate concerning sustainable development of biomass production.
- SBP – EU certificate about sustainability of woody biomass.
- RSB – worldwide certification ensuring sustainability of biofuels, biomass, biomaterials, etc.

Concerning wood pellets, there are some most commonly quality certification schemes [7]: European ENplus, PFI Standards Program (of American Pellet Fuels Institute), CANplus (Canada), the French NF system, Ö-Norm (Austria), DINplus (Germany), PEFC etc. For non-wood pellets (also called agro-pellets or bio-pellets), ENplus, DINplus and SBP certificates are applied too.

In addition to the availability of certificates, bioenergy sustainability assessment may also consider other environmental, economic and social indicators as: existence of circular production (sustainable manufacturing model that minimizes waste by keeping resources, materials, and products in use through reuse, repair, refurbishment, and recycling), average annual worker's salary, company profit, social benefits, etc. All these indicators can be combined into specific index of sustainability.

Taking into account the above prerequisites, in the present work research and analysis of the sustainability of Bulgarian bioenergy production is proposed. The next section covers methodology and materials of research. In the third section, the results of analysis are exposed and discussed. The fourth section contains conclusions.

Methodology and Materials

The methodology of research includes methods and approaches for:
- formulation of index of bioenergy production sustainability;
- gathering data for Bulgarian firms producing bioenergy;
- data storage and sustainability index calculation using database (DB) of prototype information system (IS);
- DB querying and ranking firms.

Formulation of Sustainability Index of Bioenergy Production

There is no universal index for assessment of the bioenergy production sustainability. As whole, in [1] a common formula for calculation of such index (named Is) is proposed:

$$(1)\quad Is = \left(\sum_{i=1}^{n} w_i C_i\right) / n,$$

where i = 1,2,…,n is number of indicators; C_1, C_2, …, C_n are values of indicators and w_i – weight coefficient of the i-th indicator. Moreover, $w_1+w_2+\ldots+w_n=1$.

The calculated values of Is can be normalized in some interval (for example, [0, 1]) and in dimensionless units. The number of indicators and their weight coefficient values are dependent on specific conditions.

Obviously, the most important indicator is the availability of the abovementioned EU and international certificates – ISCC, FSC, PEFC, RSB, REDcert, SBP, ENplus, DINplus, etc. (depending on type of bioenergy). By the way, topical Bulgarian standard for solid biofuels is BDS EN ISO 17225:2021 [2] similar to abovementioned 17225-1:2021 [8]. No Bulgarian standards for other types of bioenergy could be identified. Furthermore, no Bulgarian certification schemes for bioenergy sustainability have been developed.

Additionally, other environmental, economic and social indicators are essential, such as the existence of circular production, employee wages, company profits, etc.

Data Gathering

For the current research, data about Bulgarian bioenergy producing firms for a period of five years (2019-2023) are gathered. The sources are Registry Agency of Republic of Bulgaria [13], National Statistical Institute [10, 11] and firm sites. It was found that there are no accurate and reliable data for the large number of these firms. One of the reasons is the great dynamics in this new industrial sector including frequent opening, closing and resealing firms, and another – the untimely reporting.

Relatively most complete are the data in 2022 used for the current research, processing and analysis. For this year were found 148 active firms. 98 of them produce pellets, 8 – biofuels (biogas, biodiesel and bioethanol), 37 – electrical bioenergy, 2 – heating bioenergy and other 3 – mixed electrical and heating bioenergy (*Figure 1*).

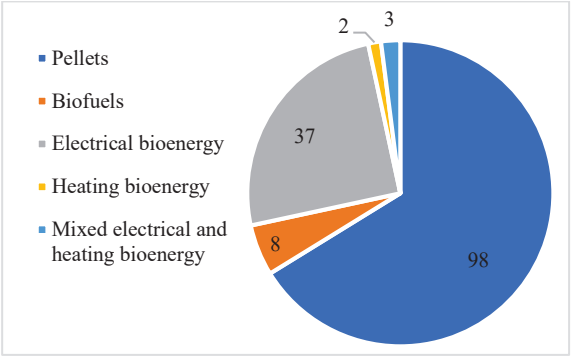


Figure 1. Number of Bulgarian firms producing different types of bioenergy in 2022

So, given the collected data, as indicators in the sustainability index are established:
- availability of EU or international certificates;
- availability of closed cycle of production;
- firm profit;
- average wage of employees;
- production export availability.

Data Storage and Sustainability Index Calculation

The collected data are entered into and organized in linked tables in the database (DB) of the prototype web-based information system (IS) presented in [1]. The main table covers basic, relatively constant firm data (name, address, production type, etc.). This table is linked to tables including main indicator values for the surveyed years. In the annual tables the formula calculating sustainability index is also embedded. All tables are linked to samples of Bulgarian and international code classifiers of:

- bioproducts and biomass – samples of combined
- EU classifier of Combined Nomenclature (CN) of stock and products [4] and Bulgarian classifier of Consumer Products by Economic Activities (CPID) [11], harmonizes with European Classification of Products by Activity (CPA) classifier [5];
- economic activities – sample of Bulgarian classifier of economic activities KID-2025 [10], harmonized with statistical classification of economic activities (NACE) of the (EU) [6] and International Standard Industrial Classification (ISIC) of United Nations (UN) [14];
- measure units;
- Bulgarian settlements and their geographical coordinates by Unified Classifier of Administrative-Territorial and Territorial Units (UCATTU) [15].

DB Querying and Ranking Firms

DB queries are executed in order to rank firms by:

- values of sustainability indices;
- availability of sustainability certificates;
- availability of closed cycle of production with waste assimilation;
- bioenergy production types;
- type of biomass, etc.

It should be noted that the diversity of products and differences in technology, limit the comparison of financial outcomes between firms. Moreover, due to incomplete data, ranking firms by dependence of their sustainability on production capacity and produced quantities of bioenergy is embarrassed.

Result Analysis

As mentioned above, due to the relatively most complete data, the analysis was conducted on bioenergy producing firms for year 2022. *Figure 2* shows a sample of calculated indices of sustainability for 148 firms, presented by their Unified Identity Code (UIC) identifiers [13]. Obviously, the values of these indices for the most firms are comparatively low (below 0.5). Besides, 25 of them have index 0. Only two firms (producing biodiesel) have the highest index (1). Others 5 (producing wood pellets, heating bioenergy and bioethanol) have index equal and greater than 0.9. The possible reason is that sustainability certificate for the small producers which prevail (see *Figure 3*) is not mandatory. According to RED III [16], "for solid biomass fuels in installations producing heating, electricity and cooling, the minimum threshold for the applicability of sustainability criteria should be lowered from the current 20 MW (in RED II) to 7.5 MW; for gaseous biomass fuels this threshold is equal to or exceeding 2 MW". Then, in 2022, 107 of Bulgarian bioenergy producers are small ones with production capacity below the specified threshold values and do not have any sustainability certificates.

On *Figure* 3 is also seen that the half of firms do not have closed production cycle.

On *Figure 4* the average index of sustainability depending on production type is given. Again, the greatest average values of the index are for producers of liquid and gaseous biofuels (bioethanol, biodiesel) and heating bioenergy, but their number is too small (*Figure 1*).

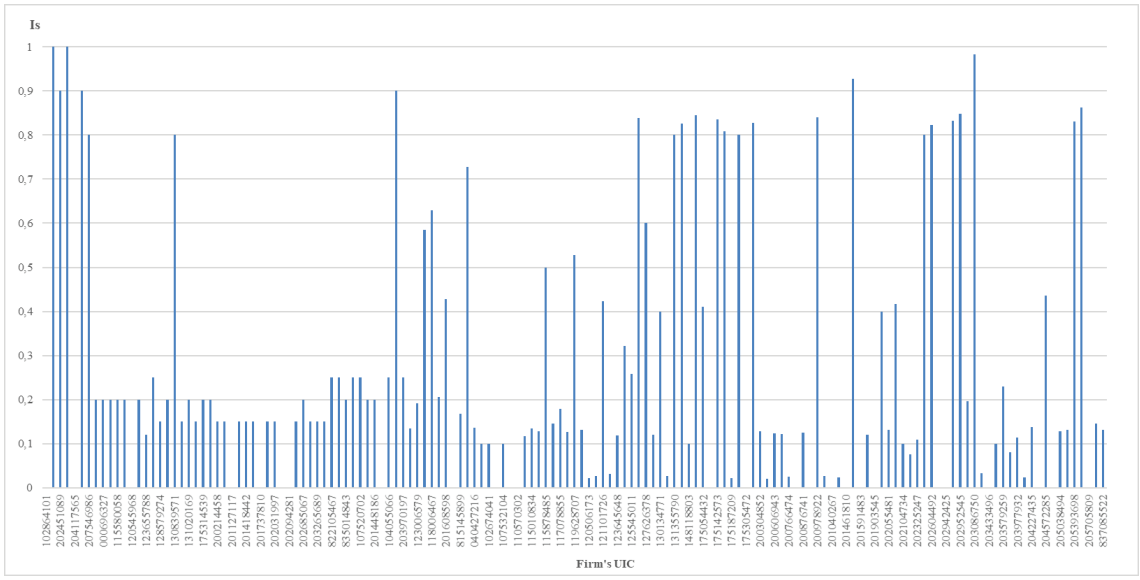


Figure 2. Indices of bioenergy production sustainability in 2022

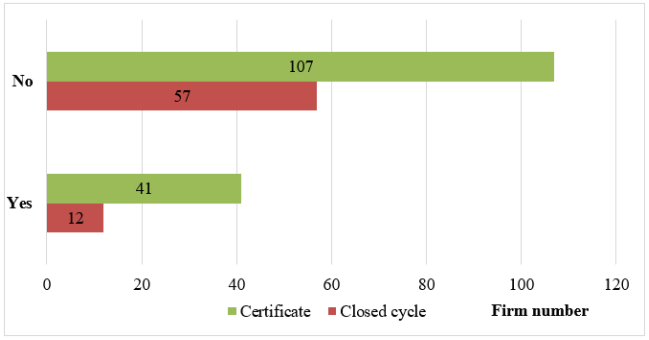


Figure 3. Availability of sustainability certificate and closed cycle of production

By type of sources, it is seen that most fi rms produce bioenergy from wood and agriculture biomass including wood shavings, hardwood and softwood fi rewood, wood and sunfl ower waste (*Figure 5*). Other sources for bioenergy production (about 33%) are peat, manure biogas, plant waste, landfi ll biogas etc.

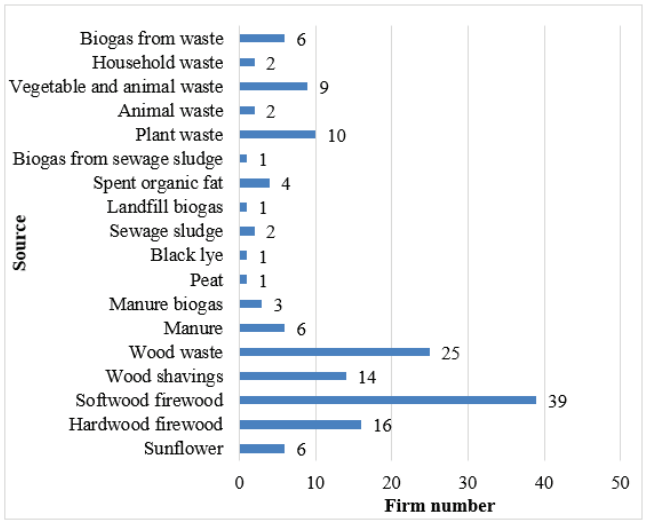


Figure 4. Average index of sustainability depending on type of production

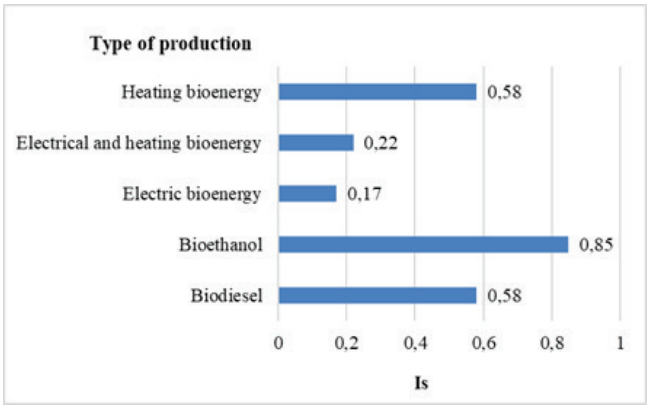


Figure 5. Number of firms by type of sources

Conclusion

The current research and analysis are a fi rst attempt for investigation the sustainability of the Bulgarian bioenergy production. A methodology of research is proposed including formulation of sustainability index Is; gathering data for firms producing bioenergy; data storage and sustainability index calculation using prototype information system; DB querying and ranking firms.

The analysis was conducted for the year 2022, when the firm data are most complete. When examining firms by production type, the highest average sustainability indices are observed among producers of liquid and gaseous biofuels, as well as heating bioenergy. However, the number of such producers remains relatively small.

Regarding sources, the majority of firms use wood and agricultural biomass, including wood shavings, hardwood and softwood firewood, and residues from wood processing and sunflower production.

As whole, the results indicate insufficient sustainability of the bioenergy production, as the most of firms have Is values below 0.5. Moreover, 25 firms have Is values equal to 0. Only two firms, both producing biodiesel, achieve the maximal Is value 1. These results are due to the fact that the prevailing number of Bulgarian bioenergy producers are small ones and do not have sustainability certificates.

Furthermore, the sustainability of the Bulgarian bioenergy production would rise by development and implementation of complete set of national standards and certificates corresponding to the European and/or international ones.

In the process of research and analysis some difficulties were encountered. One of them is the insufficient firm's data from the abovementioned governmental sources. Moreover, the analysis of the used classifiers indicates the necessity for maintenance and improvement of unified codes and names resolving inconsistencies between bioenergy production datasets.

As whole, there is insufficient harmonization of standards, certificates and classifiers between the different countries and organizations in the sector.

In the next step, authors provide an extended analysis of bioenergy sustainability for a period of several years adding georeferenced digital map of Bulgarian bioenergy producers.

Acknowledgments

This research has been conducted and presented with the kind support of Project SRS-B-1279/19.10.2023 (НИС-Б-1279/19.10.2023 in the Bulgarian version), "Information Modelling of the Sustainable Use of Renewable Energy Sources from Biological Resources", funded by the Scientific Research Sector (SRS) of the University of Forestry – Sofia, Bulgaria.

References

1. Deliyska, B., A. Ivanova, Nikolov, N., R. Popova-Terziyska. Information Modeling of Sustainable Bioenergy and Biofuel Production. – *Innovation in Woodworking Industry and Engineering Design*, XIII, 2024, No. 2, pp. 18-27.

2. Bulgarian Institute for Standardization. БДС EN ISO 17225-1:2021. 2021. https://bds-bg.org/en/project/show/bds:proj:111544.
3. Cucuzzella, C., A. Welfle, M. Röder. Harmonising GHG and Sustainability Criteria for Low Carbon Transport Fuels, Bioenergy, and Other Bio-Based Sectors. – *Supergen Bioenergy Hub Report*, No. 04, 2020. https://www.supergen-bioenergy.net/wp-content/uploads/2020/11/Harmonising-sustainability-standards-report.pdf.
4. Commission Implementing Regulation (EU). Combined Nomenclature (CN). – *Official Journal of the European Union*, 31.10.2025. https://eur-lex.europa.eu/legal- content/EN/TXT/PDF/?uri=OJ:L_202501926%20.
5. Eurostat. CPA Overview. 2025. https://ec.europa.eu/eurostat/web/cpa.
6. Eurostat. *NACE Rev. 2.1* – Statistical Classification of Economic Activities in the European Union. 2025. https://ec.europa.eu/eurostat/documents/3859598/21633320/KS-GQ-24-007-EN-N.pdf
7. Huang, J. Wood Pellets Quality Standards Review. 2014. https://www.biofuelmachines.com/wood-pellets-quality-standards-study.html.
8. ISO. ISO 17225-2:2021. 2021. https://www.iso.org/standard/76088.html.
9. ISO. ISO 13065:2015. Sustainability Criteria for Bioenergy. 2015. https://www.iso.org/standard/52528.html.
10. National Statistical Institute. Classification of Economic Activities (in Bulgarian). 2025. https://www.nsi.bg/sites/default/files/files/publications/KID-2025.pdf.
11. National Statistical Institute. Classification of Products by Economic Activities (CPEA-2015) (in Bulgarian). 2015. https://www.nsi.bg/pages/klasifikaciya-na-produktite-po-ikonomicheski-deinosti-809.
12. European Environment Agency. Share of Energy Consumption from Renewable Sources in Europe. 16 Jan. 2025. https://www.eea.europa.eu/en/analysis/indicators/share-of-energy-consumption-from?activeAccordion=ecdb3bcf-bbe9-4978-b5cf-0b136399d9f8.
13. Registry Agency of the Republic of Bulgaria. Commercial Register and Register of Non-Profit Legal Entities. 2025. https://portal.registryagency.bg/en/home-cr/.
14. United Nations Statistics Division. ISIC. 2025. https://unstats.un.org/unsd/classifications/Econ/isic.
15. Unified Classifier of Administrative-Territorial and Territorial Units (UCATTU). 2026 (in Bulgarian). http://www.ekatte.com.
16. EUR-Lex. Directive (EU) 2023/2413 of the European Parliament and of the Council of 18 October 2023 Amending Directive (EU) 2018/2001, Regulation (EU) 2018/1999 and Directive 98/70/EC as Regards the Promotion of Energy from Renewable Sources, and Repealing Council Directive (EU) 2015/652. Document 32023L2413. – *Official Journal of the European Union*, 31.10.2023. https://eur lex.europa.eu/eli/dir/2023/2413/oj/eng.

За контакти:
Проф. д-р **Боряна Делийска**
deliyska@ltu.bg
Гл. ас. д-р **Аделина Иванова**
Катедра „Математика, физика и информатика“
Факултет „Горска промишленост“
Лесотехнически университет, София
aivanova@ltu.bg



Роботизираните системи в медицината и хирургичното образование – една невидима революция

В. Иванова[1], А. Бонева[2], П. Василев[3]

Robotic Systems in Medicine and Surgical Education – an Invisible Revolution

V. Ivanova[1], A. Boneva[2], P. Vasilev[3]

[1]Department of Robotized and Mechatronics Intelligent Systems, Institute of Robotics, Bulgarian Academy of Sciences, Acad. Georgi Bonchev St., Bl. 1, 1113 Sofia, Bulgaria, iwanowa.w@abv.bg

[2]Department of Communication and Computer Systems, Institute of Information and Communication Technologies, Bulgarian Academy of Sciences, Acad. Georgi Bonchev St, Bl. 2, 1113 Sofia, Bulgaria, ani.boneva@iict.bas.bg

[3]Department of Industrial Automation, University of Chemical Technology and Metallurgy, 8 Kl.Ochridski Blvd. Bl. 3, 1756 Sofia, Bulgaria, plamen.vasilev@uctm.edu

Key Words: *Advanced Robot System; medical robots; surgical robotics; Augmented Reality (AR); Virtual Reality (VR); software applications; surgical training; Training Program Simulation (TPS).*

Abstract. *Robotic systems represent a quiet yet significant revolution in medicine. They do not replace humans but rather complement them, enabling more precise diagnostics, safer treatment, and faster recovery. The future of medicine lies in the harmonious collaboration between humans and machines, where technology serves humanity and places the patient at the center of a smarter, more humane approach to healthcare. This study presents a comprehensive approach to developing a surgical training system that simulates realistic interactions between instruments and tissues. The findings contribute to the advancement of minimally invasive surgical training by enabling personalized, data-driven learning experiences. The proposed system offers a scalable and ethical alternative to traditional training methods, with potential applications in both academic and clinical settings. Simulation programs successfully facilitated the transfer of acquired skills to real-world scenarios, demonstrating the system's potential to enhance surgical training. Built on a modular principle, the system is designed to accommodate future upgrades, both in terms of hardware and the development of new VR- and AR-based applications. These enhancements are aimed at improving the quality of training for medical students and supporting the professional development of surgical staff. The system allows users to acquire and test various skills and explore instrument capabilities before using them in actual laparoscopic procedures. Surgical training can be significantly enhanced through modern educational methods, such as simulation, structured curricula, and telemetering, as well as through cutting-edge technologies such as AI and AR. As surgical procedures continue to evolve, the methods used to train surgeons must also evolve, embracing the highest standards of patient care and surgical practice. Regarding information protection and access control, the potential for implementing additional measures will be explored. These measures would be applied at all levels of data utilization to improve the secure and effective handling of laparoscopic instruments. Investigations will also address combinations of access-control and information-protection mechanisms within the developed mechatronic laparoscopic training system and its associated applications, including the application discussed in this publication. Plans also include the secure transfer of data to central servers at educational or medical institutions or to specialized medical cloud servers.*

1. Въведение

Роботизираната хирургия трансформира съвременната медицина, предлагайки безпрецедентна прецизност и визуализация. Въпреки това липсата на директен контакт между ръката на хирурга и тъканта създава сериозен информационен дефицит. При конвенционалната лапароскопия хирургът разчита на усещането за съпротивление, предавано през инструмента. При роботизираните системи (тип Master-Slave) това усещане често липсва или е заменено от визуални подсказки (Visual Haptics), което удължава кривата на обучение и повишава риска от травмиране на тъканите поради прекомерно прилагане на сила.

Основното предизвикателство пред съвременните симулатори е моделирането на нелинейното поведение на меките тъкани. За разлика от твърдите тела, биологичните структури проявяват вискоеластични свойства, анизотропия и релаксация на напрежението. Съществуващите VR тренажори често използват опростени модели (например пружинни мрежи), които не успяват да пресъздадат финитe разлики между здрава и патологична тъкан.

Настоящата разработка адресира този проблем чрез създаване на експериментално верифицирана база данни от механични свойства. Целта е да се затвори цикълът между реалните физични измервания и виртуал-

ната симулация, създавайки платформа, която не просто изглежда реалистично, а се усеща реалистично.

2. Методология и архитектура на системата

Системата е проектирана като модулна архитектура, състояща се от три функционални слоя:

- **Физически слой (Hardware Layer)**. Роботизиран манипулатор със сензори за сила и позиция.
- **Управляващ слой (Control Layer)**. Драйвери за стъпкови двигатели и микроконтролерно управление за събиране на данни в реално време.
- **Потребителски и симулационен слой (Application Layer)**. Графичен интерфейс за оператора и VR среда (Unity) [1].

Разработената система за анализ е изградена на модулен принцип, включващ лапароскопски диагностичен инструмент, контролер и базова електромеханична платформа. Задвижването се осъществява чрез биполярни стъпкови двигатели, управлявани от специализирани драйвери и инкрементални енкодери за обратна връзка по позиция.

Ключов елемент в архитектурата е линейният актуатор, който реализира постъпателно-възвратно движение на плъзгача на платформата. В него е вграден тензометричен силов сензор, който отчита надлъжната съставка на силата на реакция на тъканите, приложена върху манипулатора. Тази конфигурация позволява прецизно измерване на силовото взаимодействие при контакт с различни повърхности. Системата е защитена като полезен модел [2].

За прецизното измерване на силите на взаимодействие е конструиран специализиран стенд. Кинематичната верига включва линеен актуатор, задвижван от биполярен стъпков електродвигател. Изборът на стъпково задвижване вместо DC сервомотори е продиктуван от необходимостта за прецизно позициониране без нужда от сложна затворена верига за позиция в ниския ценови клас, като същевременно се осигурява висок въртящ момент при ниски скорости – критично условие при бавното проникване в тъкани.

Силовата сензорика е реализирана чрез тензометричения датчик (Load Cell), монтиран последователно на оста на инструмента. Този сензор измерва аксиалната компонента на силата на реакция (Fz), която е основният индикатор за тъканно съпротивление при палпация и срязване на тъкани (инцизия). Сигналът се усилва и цифровизира с висока честота на дискретизация, за да се уловят динамичните пикове при пробиване на капсулата на органите.

2.1. Предимства, ограничения и етични въпроси

Предимствата на роботизираните системи включват висока точност, стабилност и минимална инвазивност. Те намаляват човешките грешки и съкращават възстановителния период. Освен това подобряват диагностичната ефективност и подпомагат обучението на специалисти. Ограниченията са свързани с високата цена, сложната поддръжка, необходимостта от обучение и риска от технически или софтуерни повреди. Съществуват и етични въпроси, свързани с отговорността при грешки, защитата на личните данни и доверието на пациентите към машините.

2.2. Програмно осигуряване и управление

Управляващият софтуер е реализиран в среда Tcl/Tk (Tcl/Tk – Tools Common Language/Tools Kit) [3]. Този избор, макар и нетрадиционен за масови приложения, предлага изключителна стабилност и директен достъп до хардуерните ресурси чрез сериен интерфейс, както и лесна интеграция с бази данни.

Комуникационен протокол. Системата използва къстъм протокол за обем на данни между PC и контролера, минимизирайки латентността (latency), което е критично за хаптичните приложения.

Архитектура на базата данни. Използването на Mk4Tcl (MetaKit) [4] позволява създаването на вградена (embedded) база данни, която не изисква външен сървър. Това прави системата преносима и независима от мрежова свързаност. Структурата на базата данни е проектирана да съхранява "сурови" данни (времеви редове на сила/позиция) и метаданни за експеримента (тип тъкан, температура, използван инструмент). Управлението се осъществява чрез Локална операторска станция (ЛОС), чийто софтуер е реализиран на скриптовия език Tcl с използване на графичната библиотека Tk. Това решение осигурява гъвкав графичен потребителски интерфейс (GUI) за управление на до четири инструмента едновременно.

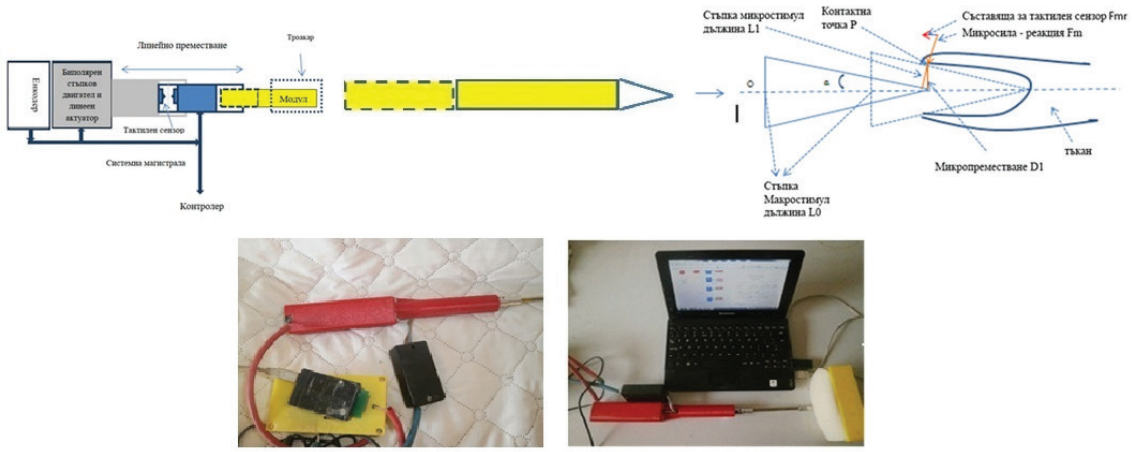
Архитектурата на данните е базирана на приложението MetaKit за Tcl (Mk4Tcl), което позволява ефективно съхранение и обработка на експерименталните резултати. Системата поддържа йерархична структура на достъп, организирана в директории за всеки обучаем (студент/хирург), съдържащи лични данни, резултати от експерименти и атестационни оценки. Защитеността на данните е гарантирана чрез потребителски профили, като се предвижда възможност за интеграция с облачни структури за дистанционен анализ.

3. Системата за анализ и контрол на механичните свойства на биологични тъкани

3.1. Устройство на системата

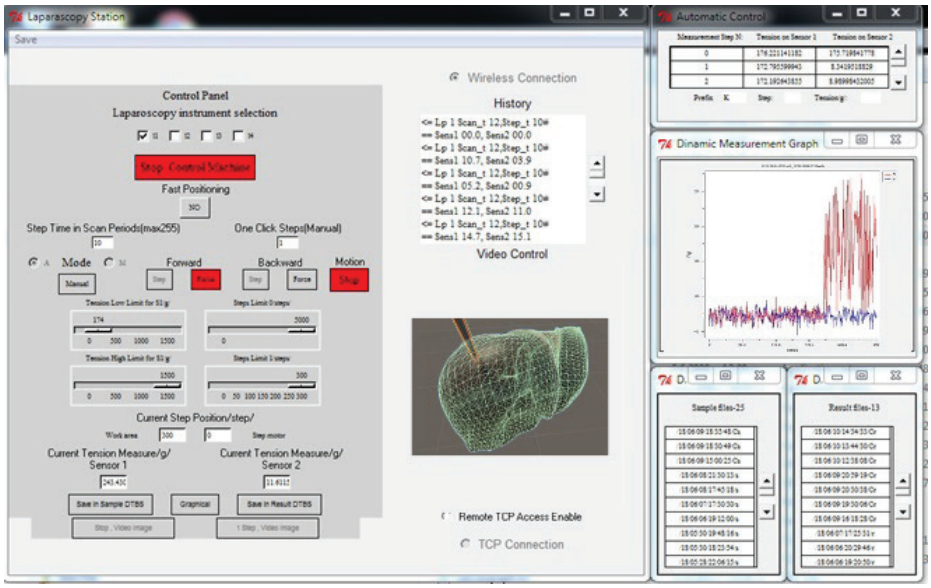
Системата за анализ и контрол на механичните свойства на биологични тъкани използва лапароскопски диагностичен инструмент, контролер, управляващ движенията на базова електромеханична платформа и

куплиран към нея пасивен или активен манипулатор. Всички задвижвания са реализирани чрез използване на специализирани драйвери, неразделна част от контролера, за управление на биполярни стъпкови двигатели и инкрементални енкодери към тях. Един от двигателите работи като линеен актуатор и реализира постъпателно/възвратно движение на плъзгача на платформата, в тялото на който е вграден силов сензор, отчитащ надлъжната съставка на силата на реакция на тъканите, приложена върху манипулатора, монтиран в края на плъзгача. По-подробно структурата на инструмента и системата са описани в [5, 6, 7]. Системата е защитена с полезен модел [2]. Тя е изградена на модулен принцип и позволява лесна адаптация и надграждане. На *фиг. 1* е показана блокова схема на системата.



Фиг. 1. Блокова схема на системата

Програмното осигуряване на Локалната операторска станция (ЛОС) е предвидено за управление на четири инструмента. Всеки инструмент се селектира от работния панел на ЛОС. Разработено е на скриптовия език Tcl с помощта на графичната библиотека Tk [3]. Локална операторска станция може да бъде инсталирана в настолен компютър, лаптоп или медицински таблет. Програмният пакет осигурява графичен потребителски интерфейс на оператора. Проектиран е като Windows приложение, използващо програмна среда Tcl/Tk. Tcl/Tk е програмна среда в Windows, употребяваща ресурсите на операционната система за създаване на потребителски проекти. Тя е съвкупност от програмни библиотеки от функции, написани и предварително компилирани на C++. Предвижда се за в бъдеще да бъде разработено и за работа под Linux. За реализиране на базата от данни в Локалната операторска станция е използвано приложение за работа и обработка на бази от данни – MetaKit за Tcl (Mk4Tcl). На *фиг. 2.* е показан работният екран на ЛОС за управление на лапароскопски инструменти [6]. Към основният програмен пакет са разработени и две приложения със добавена реалност (AR) за работа под Андроид, които реализират Мултифункционална операторска станция [8]. Това позволява системата да бъде използвана за обучение на студенти и повишаване на квалификацията на хирургичния персонал в областта на лапароскопската хирургия.



Фиг. 2. Управляващ екран

3.2. Резултати от направени експерименти

Експерименталната постановка включва проведени серия от контролирани експерименти за събиране на данни, необходими за калибриране на виртуалния модел. Използвани са четири групи образци:

- **Стиропор:** като еталон за линеен, еластичен материал с крехко разрушаване;
- **Гума:** за симулиране на плътна еластична тъкан с висок коефициент на възстановяване;
- **Мускулна тъкан (in-vitro):** представител на влакнеста, анизотропна структура;
- **Свински черен дроб (in-vitro):** златен стандарт за моделиране на коремни органи поради своята хомогенна, но силно деформируема структура.

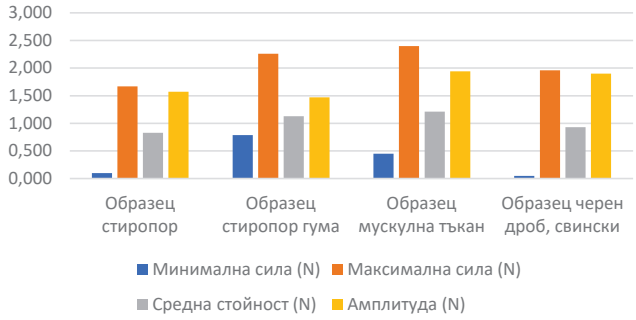
Анализът на резултатите е представен в обобщен вид (табл. 1) и разкрива важни зависимости за моделирането:

- **Минимална сила (праг на чувствителност).** При черния дроб е регистрирана най-ниската начална сила на реакция (**0.050 N**). Това показва, че виртуалният модел трябва да реагира дори при микроскопични допири, за да е реалистичен. За сравнение при гумата началната сила е 15 пъти по-висока (**0.785 N**), което изисква коренно различна крива на force-feedback настройката.
- **Динамичен обхват (амплитуда).** Мускулната тъкан показва най-голяма амплитуда (**1.940 N**), което индикира прогресивно втвърдяване на структурата при натиск (нелинейна еластичност). Черният дроб има сходна амплитуда (**1.900 N**), но разпределена върху по-голямо преместване, което означава, че той е по-мек, но позволява дълбока деформация преди разрушаване.
- **Сравнение с изкуствени материали.** Стиропорът показва поведение, което рязко се отличава от биологичните тъкани – бързо нарастване на силата и рязък спад при пробив (пукане). Това потвърждава тезата, че използването на прости макети за обучение създава грешни навици у хирурзите.

Графиките на зависимостта сила/преместване (F-d curves) демонстрират хистерезис при биологичните тъкани – силата при натиск е по-голяма от силата при отпускане поради загубата на енергия. Този ефект е регистриран успешно от системата и трябва да бъде моделиран математически в TPS платформата. В *табл. 1* и *фиг. 3* и *4* силата е отразена в нютони (N).

Табл. 1. Резултати от проведени експерименти

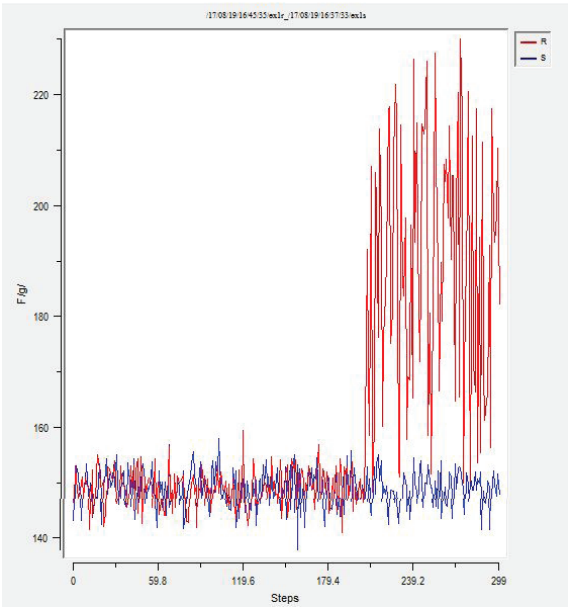
	Минимална сила (N)	Максимална сила (N)	Средна стойност (N)	Амплитуда (N)
Образец стиропор	0.100	1.670	0.830	1.570
Образец стиропор гума	0.785	2.260	1.130	1.470
Образец мускулна тъкан	0.450	2.400	1.210	1.940
Образец черен дроб, свински	0.050	1.960	0.930	1.900



Фиг. 3. Сравнение между минимална, максимална и средна сила за различни тъкани

Както се вижда от *фиг. 3*, най-висока стойност е необходима при манипулиране на мускулната тъкан. От друга страна, най-малка е стойността на силата при образеца от свинския дроб.

На *фиг. 4* е показана обща графика от проведените експерименти, с които се доказва, че предложената технология е ефективна.



Фиг. 4. Сравнение между еталонни и резултати от експерименти. По-подробна информация от проведени експерименти може да бъде намерена в [5, 6]

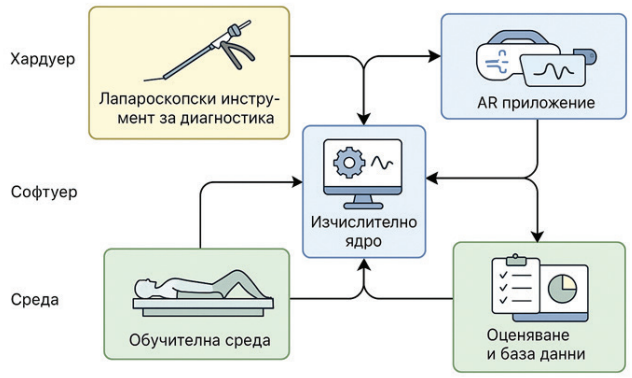
4. Платформа за хирургическо обучение като част от съвременна роботизирана система

Както вече споменахме в предходната точка, предложените от нас система и програмно осигуряване са изградени на модулен принцип, което ги прави по-гъвкави и удобни както за работа, така и за добавяне на допълнителни външни устройства за измерване на ЕКГ, пулс и т.н., а също и на програмни модули за обучение с използване на изкуствен интелект (AI), добавена реалност (AR) и виртуална реалност (VR). Друга възможност е и използване и прилагане на различни методи за STEM [9, 10] и STEMM (наука, технология, инженеринг, математика и медицина) обучение [11]. Чрез съвременни методи за обучение като симулация, структурирани учебни програми, теленаставничество и авангардни технологии като AI и AR обучението на хирурзите може да бъде подобрено значително. Тъй като областта на хирургичните процедури продължава да се развива, трябва да се променят и методите, по които се обучават хирурзите, възприемайки най-високите стандарти за грижа за пациентите и хирургия.

Изследването започва с анализ на движението на тактилен хирургически инструмент, взаимодействащ с тъканите. Използва се директна кинематика, за да се даде възможност за дистанционно управление на хирургическите роботи от водещия хирург. За да се подобри точността на управление, в контролните звена се въвеждат систематични позиционни грешки. Разработена е симулационна програма, която определя оперативното работно пространство и потенциалните действия на инструментите. Движението в това пространство се контролира от четири двигателя, свързани с трансмисионни механизми. Аналитични модели на тези механизми се използват за оптимизиране на производителността при определени ограничения. Освен това е създадена програма за симулация на обучение (TPS), която моделира реакциите на черния дроб по време на взаимодействия между инструмент и тъкан. Тази програма визуализира 3D поведението на органите, използвайки физични свойства на материалите и симулира сблъсъци между твърди тела. Unity Game Engine [1] се използва за генериране на анимации, съвместими както със стандартни, така и с VR/AR среди.

На базата на направени изследвания и дългогодишен опит е разработена тренировъчна програма за симулиране (TPS), където може да се види триизмерният разширен модел на реакция по време на симулация на взаимодействие на тактилни инструменти в хирургическото обучение във връзка с цялото обучение на студентите и повишаване на квалификацията на хирургическия персонал за работа с лапароскопски инструменти. TPS е надстройка на разработена мехатронна система за лапароскопска хирургия [5, 6] за обучение на студенти и повишаване на квалификацията в хирургията.

На *фиг. 5* е показан концептуален модел на тренировъчна система за лапароскопска хирургия.



Фиг. 5. Компоненти на системата

Страндартната система за обучение по лапароскопия включва:

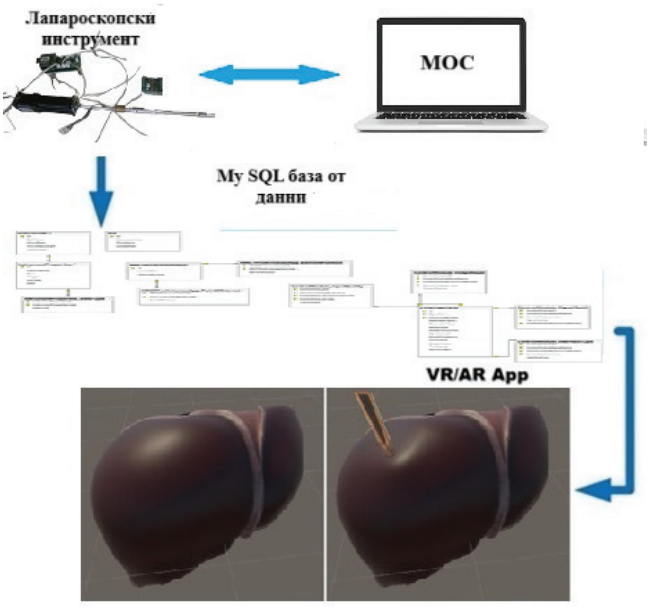
- Лапароскопски инструмент за диагностика.
- AR приложение (очила или видео монитор) – наслагва контури на орган, карта на твърдост/еластичност, вектори на сила/деформация, безопасни зони.
- Изчислително ядро – филтрира сигнала в реално време, параметрова оценка на модел на тъкан и подава информацията към AR слоя.
- Обучителна среда – симулатор на органи с регулируеми механични свойство или 3D модели и сценарии на обучение.
- Оценяване и база от данни – база от данни с направени експерименти и методика за оценяване на резултатите и работата на обучаемите

На базата на показания на *фиг. 5* концептуален модел е разработена предложената от нас система за обучение TPS.

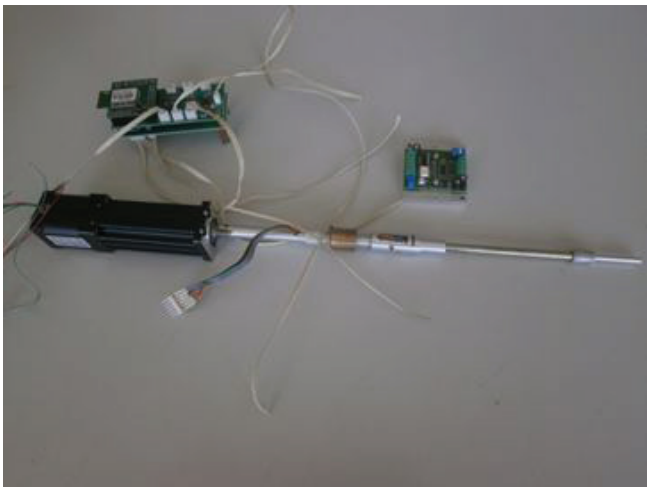
Разработена е програма за симулация на обучение (TSP), в която разширен 3D модел на реакцията на човешки орган при удар с външни обекти. Поведението на модела е представено чрез сблъсък на два твърди обекта с различни физически характеристики. Физическите свойства на твърдите тела са транспонирани към свойства на физическия материал, които позволяват поведението на обекта в TSP. За TSP се използва Unity Game Engine, предназначен за разработване на графични анимации за конвенционални или VR/AR изкуствени представяния.

На *фиг. 7* е показана снимка на лапароскопския инструмент, включен в системата (*фиг. 6*). Инструментът е разработен като част от описаната в точка 3 Система за анализ и контрол на механичните свойства на биологични тъкани [2].

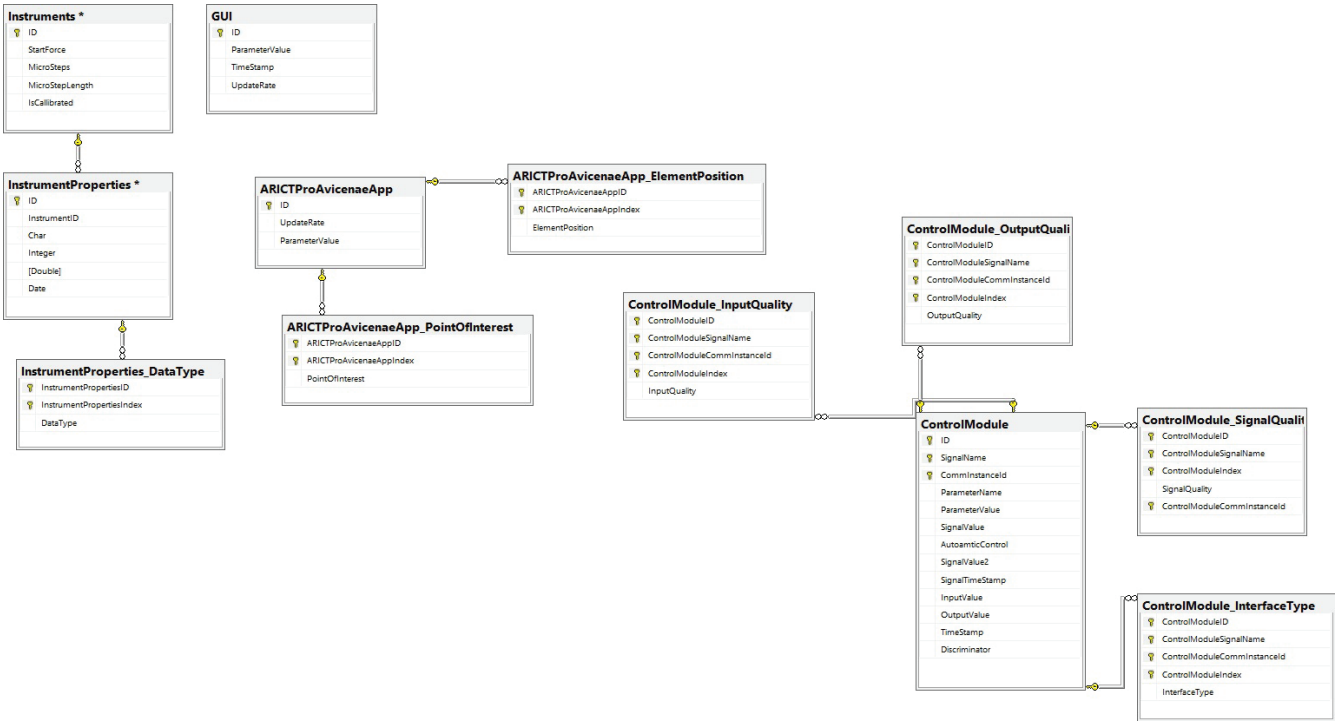
На *фиг. 8* е показана базата от данни на AR приложението, базирана на SQL.



Фиг. 6. 3D добавен модел по време на симулация на взаимодействия с тактилни инструменти в хирургичното обучение



Фиг. 7. Лапароскопски инструмент



Фиг. 8. SQL база от данни

На *фиг. 6* е показана и реакцията на 3D добавен модел по време на симулиране на взаимодействия с тактилни инструменти в хирургичното обучение.

Експериментални данни, включващи различни лапароскопски върхове на инструмента и биологични тъкани, се съхраняват в SQL база данни. Достъпът до тези данни може да бъде осъществен чрез локални работни станции. Базите от данни са структурирани като съвкупност от директории по една за всеки студент (хирург), като всяка директория носи свой идентификационен номер (за студентите това може да е факултетен номер).

Всяка една от директориите е съвкупност от поддиректории, както следва:

- Лични данни за студента/хирурга (три имена, ЕГН и т.н). До тази поддиректория имат достъп само обучаемият и преподавателят;
- Поддиректория с информация за проведени експерименти и резултати от тях в текстова и графична форма;

- Оценка на постигнатите резултати и атестация на студента /хирурга.

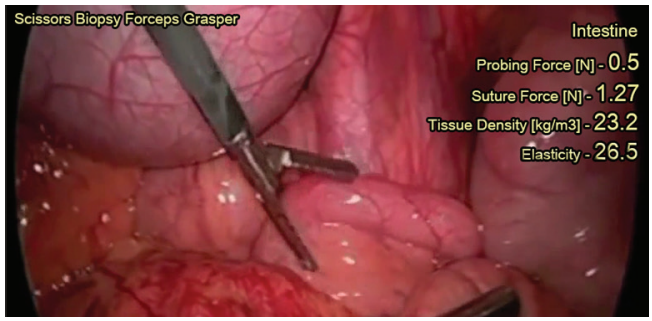
Друга информация, изисквана от съответния университет или лечебното заведение: по решение, взето от съответното учебно заведение/клиника, поддиректориите с резултати от експерименти могат да бъдат достъпни за всички, така че да има възможност за сравнения и решения за допълнителни симулации, институционални сървъри или облачни платформи. Потребителите могат също да съхраняват своите симулационни данни на мобилни устройства или процесорни карти.

Предложената система има следните предимства: висока точност и възпроизводимост, възможност за работа с различни видове тъкани и условия, използване на добавена реалност и модулна архитектура, позволяваща надграждане.

На *фиг.* 9 е показан кадър на AR видео потока.

Системата (фиг. 6) е надградена с GUI блок, базиран на AR/VR. Тук са включени бази данни с експертни знания, база данни със знания с факти, правила и ограничения, дълбока невронна мрежа за предварителна обработка на видео и тълкуване.

Програмата може да бъде инсталирана на интелигентни устройства като смартфони или интелигентни очила с OS Android ≥ 7 и да използва вградени сензори на микроелектромеханичната система (MEMS) – акселерометър, жироскоп, камера, твърдотелен компас, GPS и други, за да оценява обекти и позиции, разположени в околния свят.



Фиг. 9. Кадърът на AR видео потока

Визуалният интерфейс (*фиг. 9*) съдържа само основна информация, за да може хирургът да се концентрира върху медицинската задача.

Изборът на Unity не е случаен. Въпреки че е гейм енджин, неговата физична подсистема (PhysX) позволява бързо интегриране на параметрите, получени от нашите експерименти. В разработената TPS (Training Program Simulation) платформа данните от *табл. 1* не са просто статистически запис, а служат като входни параметри за конфигуриране на Collider обектите и RigidBody компонентите. За да се постигне реализъм в реално време (30+ fps), се използва оптимизиран алгоритъм за детекция на колизии. Вместо пълноценен FEM (Finite Element Method) анализ, който е твърде тежък за стандартен компютър, ние прилагаме хибриден подход. Визуалната деформация се управлява чрез шейдъри и промяна на върховете на 3D мрежата (Mesh manipulation). Силовата реакция се изчислява по опростен закон, базиран на експерименталните криви: $F = k(x) * x + c * \dot{x}$, където коравината $k(x)$ не е константа, а функция на дълбочината на проникване, извлечена от данните за черния дроб.

Разработеното мобилно приложение за Android допълва обучителния процес. Чрез AR маркери, разположени върху макета, обучаемият вижда през екрана на таблета/очилата вътрешната структура на органа (кръвоносни съдове, туморни образувания), които са невидими с просто око. Това тренира умението за пространствена ориентация и планиране на операцията.

5. Заключение

Роботизираните системи представляват една тиха, но значима революция в медицината. Те не изместват човека, а го допълват – осигурявайки по-прецизна диагностика, по-безопасно лечение и по-бързо възстановяване. Бъдещето на медицината се определя от хармоничното сътрудничество между човека и машината, при което технологиите служат на човека и поставят пациента в центъра на един по-интелигентен и хуманен лечебен процес.

Това проучване представя цялостен подход към разработването на система за хирургично обучение, която симулира реалистични взаимодействия между инструменти и тъкани. Констатациите допринасят за развитието на минимално инвазивното хирургично обучение, като позволяват персонализирани, базирани на данни обучителни преживявания. Предложената система предлага мащабируема и етична алтернатива на традиционните методи на обучение с потенциални приложения както в академични, така и в клинични условия. Симулационните програми прехвърлиха ефективно придобитите умения в реални сценарии, демонстрирайки потенциала на системата за подобряване на хирургичното обучение. Тъй като системата е изградена на модулен принцип, за в бъдеще ще бъде актуализирана допълнително както като хардуер, така и откъм разработване на нови приложения, базирани на VR и AR, с цел подобряване на качеството на подготовката на студенти медици и подобряване на квалификацията на хирургичния персонал, което позволява да бъдат придобити и тествани различни умения и възможности на инструментите преди прилагането им в реални лапароскопски операции.

Чрез съвременни методи за обучение като симулация, структурирани учебни програми, теленаставничество и авангардни технологии като AI и AR обучението на хирурзите може да бъде подобрено значително. Тъй като областта на хирургичните процедури продължава да се развива, трябва да се променят и методите, по които се обучават хирурзите, възприемайки най-високите стандарти за грижа за пациентите и хирургия.

В областта на защитата на информацията и средствата за контрол на достъпа ще бъдат проучени въз-

можностите за използване и на други средства, които да бъдат приложени на всички нива на ползваемост на натрупаната информация, която да бъде ефективно използвана за подобряване на работата с лапароскопските инструменти. Ще бъдат проучени възможностите и на комбинации от средства за контрол на достъпа и защита на информацията в разработената мехатронна учебна лапароскопска система и разработените към нея приложения като разгледаното в тази публикация. Предвижда се защитено прехвърляне на информацията и към централни сървъри (на учебното или медицинското заведение) или към специализирани облачни медицински сървъри.

Литература

1. Unity Technologies. Scripting API. 2025.

https://docs.unity3d.com/ScriptReference/Physics.html.

2. Иванова, В., Д. Бъчваров, А. Бонева, Р. Андреев, Н. Добринкова. Система за анализ и контрол на механичните свойства на биологични тъкани. Полезен модел. рег. № 4347/BG/U/2019/4347-[10]/04.06.2025; Полезен модел № 3323/31.10.2019. – *Бюлетин на Патентното ведомство на Република България*, бр. 12.1/16.12.2019, 2019-2029, 6622-6631.

3. Tcl Developer Xchange. 2024. https://www.tcl.tk/.

4. Wippler, Jean-Claude. MetaKit for Tcl., 2000.

http://www.dgroth.de/tcl8.4.4/databases/mk4tcl/mk4tcl.html.

5. Атанасова-Георгиева, В. (Иванова, В.). Лапароскопски изпълнителни инструменти към роботи. Дисертация за придобиване на научна степен доктор, ИР-БАН, 2020, 1-136. https://bpos.bg/publication/12553.

6. Ivanova, V., B. Boneva, Y. Doshev, S. Ivanov, P. Vasilev. Multifunctional Operating Station Based on Tcl/Tk and its Applications. Proc. of the 6th IEEE International Conference on Big Data, Knowledge and Control Systems Engineering, IEEE Xplore, 2020, 1-7. DOI: 10.1109/BdKCSE48644.2019.9010662.

7. Ivanova, V., D. Batchvarov, Z. Ilcheva, A. Boneva, S. Ilchev, A. Alexandrov, R. Andreev. Experimental Studies of the Structure of Biological Tissues through Mechanical Effects with a Smart Laparoscopic Instrument. – *MATEC Web of Conferences, EDP Sciences*, 287, 2019, No. 07005, 1-7. DOI: 10.1051/matecconf/201928707005. eISSN 2261-236X.

8. Ivanova, V., P. Vasilev, I. Stoianov, R. Andreev, A. Boneva. Design of Multifunctional Operating Station Based on Augmented Reality (MOSAR). – J*ournal Cybernetics and Information Technologies*, 21, 2021, 1, 119-136. DOI: 10.2478/cait-2021-0009.

9. Science Robotics. Special Collection: Medical Robots. 2024.

https://www.science.org/journal/scirobotics.

10. Trichkova-Kashamova, E., E. Paunova-Hubenova, Y. Boneva, S. Dimitrov. Criteria and Approaches for Optimization of Innovative Methods for STEM Education. – *IFAC-PapersOnLine*, 58, 2024, 3, 123-128. DOI: 10.1016/j.ifacol.2024.07.137. ISSN 2405-8963.

11. Ivanova, V., A. Boneva, V. Metodiev. Integrating STEMM Principles in Laparoscopic Surgery Training. Proc. of 34th International Scientific and Technical Conference on Automation of Discrete Production Engineering, Ed.: Prof. Reneta Dimitrova, PhD, Az-buki National Publishing House, 2025, 123-137. DOI: 10.53656/adpe-2025.11. ISBN 978-619-7667-74-5.

За контакти:

Доц. д-р **Вероника Иванова**
Секция "Роботизирани и мехатронни интелигентни системи"
Институт по роботика – БАН
ул. Акад. Георги Бончев, бл. 1, 1113 София
iwanowa.w@abv.bg

Маг.-инж. **Ани Бонева**
Секция „Комуникационни и компютърни системи“
Институт по информационни и комуникационни технологии – БАН
ул. Акад. Георги Бончев, бл. 2, 1113 София
ani.boneva@iict.bas.bg

Доц. д-р **Пламен Василев**
Катедра “Автоматизация на производството“
Химикотехнологичен и металургичен университет
бул. Климент Охридски 8, бл. 3, 1756 София
plamen.vasilev@uctm.edu

VeloxWallet – дигитален портфейл за електронна идентичност, съвместим с европейската блокчейн инфраструктура (EBSI)

П. Благов[1], П. Русков[2]

VeloxWallet: A Digital Identity Wallet Conformant with the European Blockchain Services Infrastructure (EBSI)

P. Blagov[1], P. Ruskov[2]

[1] Veloxoft Ltd., website: https://dontwaste.me, 2A Samokovsko Shose St., 1138 Sofia, Bulgaria, petar@veloxoft.com, https://www.linkedin.com/in/petar-blagov/

[2] The Edge: R&BD, website: theedge.solutions, 54B Dondukov Blvd., 1000 Sofia, Bulgaria, petko.ruskov@theedge.solutions, www.linkedin.com/in/petkoruskov/

Key Words: *EBSI; OpenEBSI; digital identity; TAO; blockchain; eIDAS 2.0.*

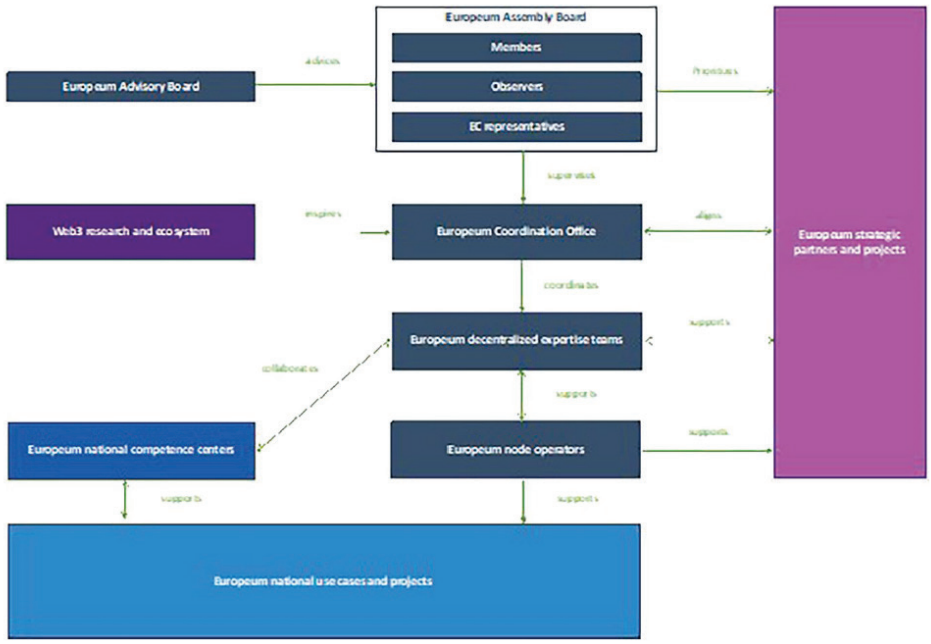
Abstract. *This paper presents VeloxWallet – a digital identity wallet developed by Veloxoft Ltd. to operate in full compliance with the European Blockchain Services Infrastructure (EBSI). It outlines the European Blockchain Partnership's (EBP) vision for utilizing Distributed Ledger Technology (DLT), as well as the application of the eIDAS 2.0 model and EBSI for individual and organizational accreditation. The paper examines the wallet's architecture, components, and core functionalities. VeloxWallet enables the creation, storage, and presentation of Verifiable Credentials (VCs) in accordance with the eIDAS 2.0 framework and supports integration with Qualified Trust Service Providers (QTSPs). The empirical results obtained through the development and application of VeloxWallet in Bulgarian and European projects are also discussed, including TraceFarm, OnePass (Horizon Europe: Digital Identity for SMEs and Access to Finance), and Digital Europe Node Expansion (Integration of TAO and Node services for public administrations). The potential strategic advantages of using the wallet are outlined, together with the security and compliance aspects of operating within eIDAS 2.0 and EBSI environments.*

1. Въведение

Разпределената главна книга или разпределените регистри (Distributed Ledger Technology, DLT, блокчейн) е утвърждаваща се технологична инфраструктура. Съответните й протоколи разрешават достъп, валидиране и обновяване на записи в разпределена мрежова база данни. Тя има много голям потенциал за предоставяне на инфраструктура за надеждни децентрализирани и без посредници услуги [14]. Освен индустрията на финансовите технологии (FinTech), DLT вече се прилага широко и има потенциал да трансформира много други индустрии. Технологията се счита за базова и може да се сравни с възхода на интернет в началото на 90-те години. Тя може да доведе до голяма институционална иновация, като променя начина, по който извършваме транзакции, съхраняваме и имаме достъп до информация и споделяме данни.

Европа инвестира много активно в създаването на DLT инфраструктура за цифрова идентичност и доверени услуги, която да подкрепя работата на публични и частни сектори. Европейската блокчейн инфраструктура за услуги (European Blockchain Services Infrastructure, EBSI), беше стартирана през 2018 г., когато 29 държави членки на ЕС, Норвегия и Лихтенщайн и Европейската комисия обединиха усилия, за да създадат европейското блокчейн партньорство (EBP) [1]. Визията на EBP е да използва DLT, за да създаде трансгранични услуги за публичната администрация, бизнеса, гражданите и техните екосистеми, за да проверява информацията и да направи надеждни цифровите услуги в ЕС.

EBSI продължава да се развива – беше създадена нова правна единица EUROPEUM-EDIC (European Digital Infrastructure Consortium) като нов международен модел на управление, който се управлява от консорциум на държави членки чрез своята асамблея на членовете й. EDICEUROPEUM-EDIC поема управленските задачи, които преди това се изпълняваха от EBP. (https://ec.europa.eu/digital-building-blocks/sites/display/EBSI/EUROPEUM-EDIC) – *фиг. 1*. [10, 11].



Фиг. 1. Управленска структура за EDIC [10]

Сега EBSI е бързо растяща цифрова екосистема, която включва над 350 публични и частни организации от над 30 държави.

Авторите работят активно в редица EBSI проекти. Те са високотехнологични и иновативни и имат за цел да ускорят надежден и сигурен достъп до услугите чрез EBSI.

Целта на статията е да се представи VeloxWallet – дигитален портфейл за електронна идентичност. Той позволява създаване, съхранение и представяне на проверими удостоверения (VC) съгласно рамката eIDAS 2.0 и поддържа интеграция с квалифицирани доставчици на удостоверителни услуги (QTSP). Дискутират се и емпирични резултати от разработката.

2. EBSI: обща трансгранична рамка в Европа

Европейската блокчейн инфраструктура за обществени услуги (EBSI) предоставя сигурна и децентрализирана среда за трансгранични електронни услуги в Европейския съюз. Основната ѝ цел е да даде възможност за самостоятелно управлявана идентичност (Self-Sovereign Identity, SSI) чрез стандарти DID и Verifiable Credentials.

EUROPEUM-EDIC предлага решение на нуждата от обща трансгранична рамка в Европа и разширяването и внедряването на мрежата EBSI и нейните случаи на употреба с акцент върху подобряване на публичните услуги за гражданите и организациите на ЕС. Също така EUROPEUM-EDIC ще подкрепи трансграничното сътрудничество между публичните органи [1]. UROPEUM-EDIC е в процес на поемане на управлението на EBSI и подготовка за пускането му в реално производство.

2.1. Web3 и децентрализираните технологии

Web3 включва следните три основни технологии:

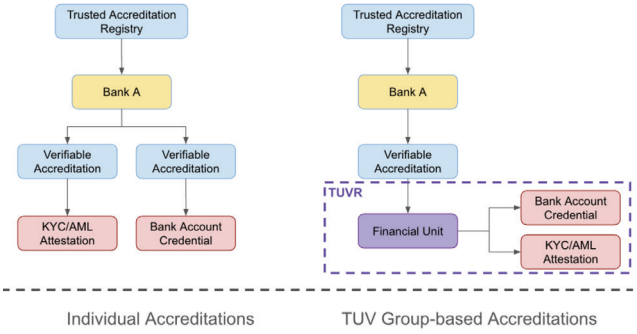
- **Цифрови портфейли**, които се използват от стартиращите компании и инвеститорите за получаване, съхранение и изпращане на удостоверения.
- **Проверими удостоверения (VC)**, които се издават от оторизирани институции и се записват в регистри. Те прилагат стандартни методи за форматиране, представяне и обмен на данни за удостоверение по начин, удобен за машинна обработка, като създават доверен индекс за оценка на стартиращи компании.
- **Блокчейн мрежа**, която да предоставя изключително сигурен, устойчив и децентрализиран начин за проверка и разпространение на информацията за удостоверения, представени както от стартиращи компании, така и от инвеститори.

Европейският модел на доверие създава цялостна и взаимосвързана цифрова архитектура на доверието. Регулацията eIDAS2 определя правната и чрез задължителни изпълнителни актове де факто всички компоненти, както и техническата рамка за надеждна децентрализирана цифрова екосистема в Европа. Моделът е технологично неутрален и позволява използването на DLT за всеки компонент от Европейския портфейл за цифрова идентичност EUDIW (European Digital Identity Wallet) и услугите на всички доставчици на услуга като квалифициран доставчик на доверителни услуги QTSP (Qualified Trust Service Provider).

Моделът прилага принципи на eIDAS 2.0 и EBSI и продължава координираните усилия за хармонизиране на техническото, правното и организационното доверие между държавите членки на ЕС. Архитектурата включва четири специализирани регистъра:

- **Регистър на доверените организации** (Trusted Entity Registry, TER).
- **Регистър на доверените акредитации** (Trusted Accreditation Registry, TAR).
- **Регистър на доверените схеми** (Trusted Schema Registry, TSR) и
- **Регистър на уникални идентификатори** (Decentralized IDentifiers, Registry, DID).

Всеки от тези регистри изпълнява различна, взаимозависима роля в осигуряването на взаимодействия, като се основава на доверие, между участващите в процесите. При използване на модела освен за индивидуална акредитация и за групова се създава нов регистър – регистър на доверените единици за проверка (Trusted Units of Verification Registry, TUVR) – *фиг. 2* [13].



Фиг. 2. Използване на модела eIDAS 2.0 и EBSI за индивидуална и групова акредитация [13]

Едни от най-мащабните проекти за приложение на Web3 са проектът за изграждане на EBSI продукционни възли и поддръжка им на европейско ниво (EBSI – NE – Node Expansion Project) и рамка за самостоятелна суверенна идентичност (Self Sovereign Identity, SSI) [1, 12].

2.2. Цифрова идентичност и цифров портфейл

Регламент на ЕС за цифровата идентичност (ЕС) № 910/2014 описва електронната идентификация и услугите за доверие за електронни транзакции на вътрешния пазар. Той предоставя регулаторна среда за електронна идентификация на физически и юридически лица и за услуги за доверие, като eIDAS предлага централизирана платформа, която позволява на заинтересованите страни и участниците на цифровия единен пазар да получават информация лесно и прозрачно и инструменти, свързани с електронна идентификация и услуги за доверие.

Рамката за цифрова идентичност на ЕС (https://eidas.ec.europa.eu/efda/) eIDAS2 установява правна и техническа рамка за надеждни децентрализирани идентичности с ЕС с използване на цифров портфейл (Digital Wallet, EUDIW) и свързани (квалифицирани) услуги за доверие, които използват или не DLT. Регламентът добавя специализирана услуга QTSP (Qualified Trust Service Provider) за електронен регистър. Цифровият (дигитален) портфейл в контекста на EBSI е вид онлайн памет, която позволява да се съхраняват безопасно цифрови активи и информация, например цифрови сертификати и информация за цифрова идентичност. Функционално той е подобен на традиционен портфейл. Когато портфейлът е преминал успешно теста за съвместимост, се нарича съвместим портфейл, защото тестът потвърждава, че портфейлът отговаря на определените стандарти за производителност и функционалност, независимо дали е портфейл за притежатели, издатели или проверяващи (валидатори). Тестът за съвместимост оценява способността на портфейла да обработва удостоверения, предоставени от фиктивен издател и да ги връща на фиктивен валидатор.

Различните портфейли предлагат различни функционалности като например KYC (Know Your Customer) и KYB (Know Your Business). KYC проверява самоличността на дадено лице, докато KYB проверява самоличността и структурата на даден бизнес субект. В контекста на обмен на проверими удостоверения на EBSI се разграничават три различни типа функционалности, които индивидуалният портфейл може да избере да предлага самостоятелно или в комбинация:

- **Портфейли за притежатели.** Могат да искат издаване на проверими удостоверения (VC) и да ги получат моментално или с отложено действие и да ги съхранят.
- **Портфейл за издатели.** Тези портфейли позволяват на организации като университети или министерства да управляват своите акредитации в блокчейн регистъра и да издават проверими удостоверения на притежателите.
- **Портфейл за проверяващи.** Тези портфейли позволяват на организации като асоциации, камари, компании (например работодатели) или университети да проверяват автентичността на проверимо удостоверение, представено от притежател.

Държавите членки на ЕС ще използват защитен дигитален портфейл EUDIW за съвместима схема за електронна идентификация.

3. VeloxWallet – дигитален портфейл за електронна идентичност

В резултат на натрупаните знания и опит екипът на Veloxoft разработи VeloxWallet, официален EBSI портфейл [5]. Компанията Veloxoft е сертифицирана по стандартите ISO9001 и ISO27001. Тя е акредитирана от Орга-

низацията за доверена акредитация (Trusted Accreditation Organization – TAO) в EBSI и е създател на инициативата OpenEBSI, където организацията изпълнява ролята на Root TAO, предоставяща рамка за създаване на доверени участници и експерименти с реални EBSI потоци.

VeloxWallet е едно от първите български решения, вписани в EBSI Wallet Conformant списъка. Той е създаден от Veloxoft Ltd., технологичен партньор в няколко европейски инициативи, сред които OnePass, TraceFarm и EBSI Node Expansion. Портфейлът предлага сигурен, прозрачен и удобен инструмент за управление на цифрови идентичности и проверими удостоверения.

3.1. Архитектура и компоненти

Архитектурата позволява сигурно управление на ключове, подписване и валидиране на удостоверения с пълна съвместимост с eIDAS 2.0 и OpenID4VC протоколите. VeloxWallet се основава на модулна архитектура, включваща следните основни компоненти:

- **Уеб интерфейс.** Разработен с ReactJS и TailwindCSS, предоставя лесна навигация и визуално управление на удостоверенията.
- **Backend услуга.** NodeJS сървър, осъществяващ криптографски операции и връзка с EBSI API.
- **Интеграционен слой.** Поддържа достъп до основните EBSI услуги – DID Registry, Trusted Issuers Registry, Trusted Schemas Registry и Timestamp Service.
- **Evrotrust интеграция.** Поддръжка на квалифициран електронен подпис (QES) и директно създаване на did:ebsi идентификатори чрез QTSP.

3.2. Функционалности

- **Създаване на DID.** Генериране и регистрация на децентрализирани идентификатори под did:ebsi или did:web.
- **Издаване и проверка на удостоверения.** Използване на VC и VP формати (JWT и JSON-LD) според EBSI спецификациите.
- **Интеграция с QTSP.** Квалифицирани подписи чрез Evrotrust за юридическа валидност.
- **OpenID4VP представяния.** Реализация на потоци за удостоверяване между притежатели, издатели и проверители.
- **Организационни идентичности.** Поддръжка на бизнес обекти (SME, NGO, University) чрез TAO акредитация.

3.3. Veloxsoft като TAO и Root TAO в OpenEBSI

През 2025 г. Veloxoft Ltd. беше акредитирана от EBSI като Trusted Accreditation Organization (TAO), което ѝ позволява да създава, управлява и акредитира доверени участници в екосистемата.

Като TAO Veloxoft вече има правомощие да регистрира Trusted Participants (TPs) – организации, които могат да издават и валидират удостоверения в съответствие с EBSI стандартите.

Нещо повече, компанията стартира собствена инициатива – OpenEBSI, в която Veloxoft е Root TAO.

OpenEBSI служи като отворена експериментална мрежа за разработчици, университети и бизнеси, които желаят да внедрят и тестват EBSI технологии в реални сценарии, без административни ограничения.

3.4. Значение и възможности

Ролята на Veloxoft като Root TAO е стратегически важна, защото:

- Позволява независимо управление на доверителни вериги (Trust Chains) в съответствие с EBSI архитектурата.
- Дава възможност за бързо издаване и тестване на удостоверения от различни типове (дипломи, фирмени акредитации, лицензи, сертификати).
- Създава основа за локални и тематични EBSI хъбове, например в образованието, земеделието и публичните услуги.
- Осигурява технологичен суверенитет – всяка организация може да внедри и управлява свои собствени цифрови идентичности без централизирана зависимост.
- Улеснява участието на български компании и институции в европейската екосистема за доверие.

3.5. Сигурност и съответствие

VeloxWallet и OpenEBSI се прилагат активно в няколко европейски инициативи:

- **OnePass (Horizon Europe)**. Дигитална идентичност за МСП и достъп до финансиране.
- **TraceFarm.** Издаване на удостоверения за произход на аграрни продукти.
- **Digital Europe Node Expansion.** Интеграция на TAO и Node услуги за публични администрации.
- **Преминати тестове по EBSI** Conformance Testing Framework.

Портфейлът използва криптографски защитено съхранение на ключове, шифровани хранилища за удостоверения и надеждни доверителни списъци за верификация.

VeloxWallet и OpenEBSI се основават на принципите на доверие и прозрачност, като спазват:

- eIDAS 2.0 и ETSI TS 119 312 стандарти.
- GDPR изисквания за поверителност на лични данни.
- ISO 27001 практики за управление на информационна сигурност.

- EBSI Conformance Framework и Node Security Guidelines.

В системата се използват WAF защита, криптографска изолация на ключове, SIEM наблюдение и автоматично валидиране на сертификати.

4. Заключение

VeloxWallet и OpenEBSI представляват следващата стъпка към изграждане на доверена, децентрализирана и съвместима инфраструктура за цифрова идентичност в Европа.

Чрез статута на Root TAO Veloxoft не само внедрява европейските стандарти, но и ги разширява, предоставяйки платформа за иновации и експерименти в реална блокчейн среда.

Тези решения позиционират България като активен участник в европейската екосистема за цифрова идентичност и доверие с реален принос в развитието на бъдещата European Digital Identity Wallet рамка.

Благодарности

Работата по статията е подкрепена финансово от проектите:

- OnePass. SMEs Financing EBP's, Use Case. DIGITAL-2022-DEPLOY-02-EBSI-SERVICES, DIGITAL, 101102657. https://ec.europa.eu/info/fundingtenders/opportunities/portal/screen/opportunities/projectsdetails/.
- The EBSI–NE–Node Expansion: Deployment of EBSI Production Nodes and Provision of Support Services to the EBSI Network at the European Level, 101102570. https://ec.europa.eu/digital-building-blocks/sites/display/EBSI/OnePass%3A+SME+Financin.

Литература

1. European Commission and the European Blockchain Partnership. Experience Cross-Border Services with EBSI: The First Public Sector Blockchain Infrastructure in Europe. EBSI. Available at: https://ec.europa.eu/digital-building-blocks/wikis/display/EBSI/Home.
2. EBSI Hub. VC (Verifiable Credentials) Framework. https://hub.ebsi.eu/vc-framework.
3. EBSI България Helpdesk https://ebsi.bg/.
4. EBSI. Conformant Wallets. https://ec.europa.eu/digital-building-blocks/sites/display/EBSI/Conformant+wallets.
5. EBSI: A New Trust Paradigm for Web3. https://ec.europa.eu/digital-building-blocks/wikis/display/EBSI/EBSI+a+new+trust+paradigm+for+Web3.
6. Scott Nevil. Distributed Ledger Technology (DLT): Definition and How It Works. 2024. https://www.investopedia.com/terms/d/distributed-ledger-technology-dlt.asp.
7. Steffen Schwalm. Product- and Document Traceability in EBSI. TRACE4EU CONSORTIUM. https://www.ebsi-ne.com/_files/ugd/4c4691_945f1042675a4bc4a131afa855a4e6d1.pdf.
8. Jurgen Goossens, Esther Keymolen, Antonia Stanojević, Editors. Public Governance and Emerging Technologies, Values, Trust, and Regulatory Compliance. Springer, 2025, ISBN 978-3-031-84747-9 ISBN 978-3-031-84748-6 (eBook).
9. Evrim Tan and Daniël Du Seuil. European Digital Infrastructure Consortium (EDIC): A New Governance Framework for the European Blockchain Services Infrastructure (EBSI). 2025. Springer Naturehttps://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-84748-6_5.
10. The EBSI-NE Project. Connecting Europe, One Node at a Time. https://www.ebsi-ne.com/.
11. Samuel Gómez. European Trust Model Based on EBSI and Reusable eIDAS Attestations. 2025. https://blockstand.eu/blockstand/uploads/2025/05/European-Trust-Model_-EBSI-and-Reusable-eIDAS-Attestations-1.pdf.
12. Cyber Security Agency of Singapore (CSA). Advisory on the Secure Development and Provisioning of DLT – Enabled Services. 2023. https://isomer-user-content.by.gov.sg/36/d0682afe-402b-4658-b349-ab775673b896/Advisory-on-the-Secure-Development-and-Provisioning-of-Distributed-Ledger-Technology-(DLT)-Enabled-Services.pdf.
13. Благов, П., П. Русков. Изграждане и развитие на Европейската инфраструктура за блокчейн услуги EBSI и на EBSI продукционни възли. – *Автоматика и информатика*, 2023, № 3, ISSN 0861-7562 Print, ISSN 2683-1279. https://sai-bg.com/series/automatica-and-informatics-3-2023/.
14. Русков, П., Д Йорданов. ЕС проект EBSI OnePass: Стратегия и процеси за включване и тестване на издатели на сертификати. IITED 2025. https://www.unwe.bg/doi/iited/2024/IITED.2024.09.pdf.

За контакти:
Петър Благов
Вилоксофт ООД/Veloxoft Ltd.
website: https://dontwaste.me
e-mail: petar@veloxoft.com
https://www.linkedin.com/in/petar-blagov/
Доц. д-р инж. **Петко Русков**
The Edge: R&BD website: https://theedge.solutions/
e-mail: petko.ruskov@theedge.solutions
www.linkedin.com/in/petkoruskov/

Общо събрание на Съюза по автоматика и информатика „Джон Атанасов“ (САИ) – 2026 г.

На 2 юли 2026 г. Съюзът по автоматика и информатика „Джон Атанасов“ (САИ) проведе Общо събрание, на което беше представен отчетният доклад на Управителния съвет на САИ за дейността му в периода 2022-2025 г.

САИ е инициатор и успешен организатор на поредица от елитни научни форуми под егидата на високопрестижни международни организации в областта на информационните технологии и автоматиката – IEEE и IFAC. Провеждането на подобни значими научни форуми в България е възможно благодарение на наличието на висококвалифицирани учени и специалисти, способни да си партнират пълноценно и успешно със своите чуждестранни колеги. Сред членовете на САИ има немалко утвърдени и водещи учени и специалисти – именно те са най-голямото богатство на организацията. Практически всички изявени български учени и специалисти в тези професионални направления са обхванати от системата на САИ.

В отчетния доклад на Управителния съвет на САИ за периода 2022-2025 г. беше акцентирано върху големия брой проведени престижни международни конференции и симпозиуми, сред които:

- 1st IFAC Workshop on Control for Smart Cities (CSC 2022) – Созопол;
- 12th IEEE International Conference on Intelligent Systems (IS’24) – Варна;
- Четири издания на IEEE International Conference Automatics and Informatics (ICAI) – ICAI’22, ICAI’23, ICAI’24 и ICAI’25 – Варна;
- Две издания на IEEE International Conference Big Data, Knowledge and Control Systems Engineering (BdKCSE) – BdKCSE’2023, София, и BdKCSE’2025, Банкя;
- Четири международни конференции по компютърни системи и технологии CompSysTech – през 2022, 2023, 2024 и 2025 г. в Русе;
- Четири издания на традиционния международен симпозиум „Управление на енергийни, екологични и индустриални системи“ (УТЕОС) – през 2022, 2023, 2024 и 2025 г. През 2026 г. симпозиумът ще се проведе за 34-ти път.

Ежегодно САИ отбелязва тържествено Дните на Джон Атанасов, които включват:

- Отбелязване на годишнината от рождението на Джон Атанасов на 4 октомври – рождената дата на патрона на САИ, обявена за Ден на информационното общество и професионален празник на специалистите по компютърна техника, информационни технологии и автоматика.
- Участие в ежегодната церемония по връчване на престижните награди „Джон Атанасов“ на президента на Република България, учредени през 2003 г. Наградите се присъждат на изявени млади български учени, изследователи и ученици в областта на компютърните науки и информационните технологии.
- Провеждане на международните конференции „Автоматика и информатика“ (ICAI), които са част от програмата на Дните на Джон Атанасов.

През отчетния период в рамките на традиционния Клуб САИ са проведени общо 33 сбирки. Клуб САИ е създаден през 1981 г. по инициатива на членовете на Комитета по автоматизация към ЦС на НТС с цел обмен на опит и информация за научните постижения на членовете на клуба, резултатите от техните изследвания и възникналите проблеми.

Вече 45 години Клуб САИ продължава да бъде едно от най-привлекателните и популярни мероприятия на САИ. За това голям принос имат фирмите, които заслужават искрена благодарност за подкрепата и съдействието си при организирането на сбирките. Наред с възможностите за човешки, колегиални и професионални контакти представянето на фирмите и разработките на наши колеги позволява на членовете на САИ да се запознават с постиженията и проблемите на реалната икономика и науката в областта на автоматиката и информатиката.

В периода 2022–2025 г. са издадени 16 броя на списание „Автоматика и информатика“. Списанието се издава от издателски съвет и редколегия под ръководството на главния редактор акад. Минчо Хаджийски.

В редколегията участват 47 редактори от 14 държави: 28 изявени учени от български университети и научни институти и 19 учени с афилиация в чуждестранни университети, научни институти и фирми от САЩ (2), Великобритания (2), Австралия (3), Китай (1), Словения (2), Словакия (1), Румъния (1), Португалия (1), Полша (1), Ирландия (2), Нова Зеландия (1), Азербайджан (1) и Сърбия (1).

Като издание на САИ списанието редовно отразява провежданите конференции, симпозиуми, семинари и други научни форуми, както и събития, свързани с дейността на Съюза.

В списанието се публикуват статии на български и английски език след рецензиране от най-малко двама независими рецензенти. То осигурява свободен достъп в интернет до пълните текстове на статиите на български и английски език, както и до резюметата им на английски език. На сайта на САИ има отделна страница с връзка към списанието, където са публикувани всички броеве от 2016 г. насам.

Главният извод в отчетния доклад е, че САИ „Джон Атанасов“ продължава да се развива възходящо като най-авторитетната творческо-професионална организация на българските специалисти по компютърна техника, информационни технологии и автоматика. Има всички основания да се очаква, че тази положителна тенденция ще се запази и през следващия отчетен период.

Общото събрание на САИ прие годишния финансов отчет за 2025 г. във всичките му части в съответствие със Закона за счетоводството и Закона за юридическите лица с нестопанска цел.

В доклада си Съюзният контролен съвет направи извода, че Управителният съвет на САИ провежда успешна финансова политика. Контролният съвет одобри като цяло дейността на Управителния съвет и Изпълнителното бюро на САИ, както и предложените подходи и насоки за работа през следващия отчетен период.

По-важните от приетите насоки за дейността на САИ „Джон Атанасов“ за периода 2026-2029 г. са:

- Организационно развитие и членска политика;
- Научно-техническа и издателска дейност;
- Партньорство с бизнеса, иновационната екосистема, сродни институции и сдружения;
- Международно сътрудничество;
- Роля на САИ в обществените политики;
- Нови технологични приоритети;
- Образование и развитие на кадри;
- Популяризиране на професията и обществена дейност;
- История, традиции и институционална памет.

Общото събрание на САИ прие бюджета на САИ за периода 2026-2029 г.

Не бяха направени промени в Устава на САИ.

Беше проведена процедура за избор на нови ръководни органи на САИ. Общото събрание освободи досегашните членове на Управителния съвет и Съюзния контролен съвет и избра нови членове на двата съвета.

Процесите на глобализация се ускоряват непрекъснато. Информационните и комуникационните технологии и изкуственият интелект заемат все по-важно място в световното развитие. Тези тенденции поставят пред САИ нови и по-отговорни задачи, които ще оказват все по-съществено влияние върху дейността му през следващия мандат.

Ръководни органи на САИ

На 2 юли 2026 г. Общото събрание на САИ проведе процедура за избор на нови ръководни органи. Бяха освободени досегашните членове на Управителния съвет и Съюзния контролен съвет и бяха избрани нови членове на двата съвета.

Управителен съвет на САИ

За председател на Управителния съвет на САИ „Джон Атанасов“ е преизбран проф. Коста Бошнаков. За заместник-председатели на Управителния съвет са преизбрани акад. Васил Сгурев, доц. Веселин Акиванов, проф. Камен Спасов, чл.-кор. Любка Дуковска и проф. Никола Николов.

Нови членове на Управителния съвет са доц. Мила Илиева-Обретенова от катедра „Електроенергетика и автоматика“ на Минно-геоложкия университет „Св. Иван Рилски“ – София, и доц. Таня Титова-Костуркова от катедра „Системи за управление“ на Техническия университет – София, филиал Пловдив.

Съюзен контролен съвет на САИ

За председател на Съюзния контролен съвет е избрана проф. Идилия Бачкова. За нов член на Съюзния контролен съвет е избран проф. Ненчо Делийски.

Изпълнително бюро (ИБ) на САИ и разпределение на длъжностите в него

1. Проф. Коста Бошнаков – председател на ИБ и председател на Българския национален комитет за IFAC.
2. Акад. Васил Сгурев – заместник-председател, външни връзки и IEEE.
3. Доц. Веселин Акиванов – заместник-председател, Клуб САИ и клъстер „Мехатроника и автоматизация“ (КМА).
4. Проф. Камен Спасов – заместник-председател, конференции и симпозиуми, Клуб САИ и връзки с индустрията.
5. Чл.-кор. Любка Дуковска – заместник-председател, научни дейности, конференции и симпозиуми, работа с младите и връзки с обществеността (PR) на САИ.
6. Проф. Никола Николов – заместник-председател, конференции и симпозиуми.
7. Проф. Владимир Йоцов – член, международни връзки с IFAC и IEEE.
8. Проф. Иван Куртев – член.
9. Акад. Минчо Хаджийски – член, главен редактор на списание „Автоматика и информатика“.
10. Доц. Станимир Йорданов – член, връзки с регионите.

Насоки за дейността на САИ „Джон Атанасов“ за периода 2026-2029 г.

1. Организационно развитие и членска политика

1.1. Увеличаване на членския състав на САИ чрез привличане на млади специалисти, докторанти и студенти, специалисти от бизнеса и индустрията, както и български учени и експерти, работещи в чужбина.

2. Научно-техническа и издателска дейност

2.1. Продължаване и развитие на международните научни конференции, организирани под егидата на САИ.

2.2. Повишаване на качеството, международната видимост и научното въздействие на списанията и изданията на САИ.

2.3. Насърчаване на публикационната активност и участието на млади учени и студенти в конференциите, организирани от САИ, чрез специални конкурси, награди и тематични секции.

2.4. Популяризиране на постиженията на българските учени, инженери и специалисти в областта на автоматиката и информатиката.

3. Партньорство с бизнеса, иновационната екосистема и сродни институции и сдружения

3.1. Разширяване на сътрудничеството с индустрията и работодателските организации чрез съвместни инициативи, форуми и технологични демонстрации.

3.2. Активизиране на дейността на Клуб САИ като платформа за взаимодействие между науката, бизнеса, държавната администрация и образованието.

3.3. Реализиране на взаимно полезни инициативи и съвместни форуми с ФНТС, ННТС и териториалните организации на НТС.

3.4. Подобряване на сътрудничеството с клъстери и професионални организации, включително с клъстер „Мехатроника и автоматизация“.

3.5. Разширяване на възможностите за спонсорство, дарителство и участие в съвместни проекти с бизнеса.

4. Международно сътрудничество

4.1. Укрепване на връзките с международните професионални организации – IFAC, IEEE и други сродни структури.

4.2. Създаване на мрежа от български специалисти в чужбина за обмен на знания, добри практики и съвместни инициативи.

5. Роля на САИ в обществените политики

5.1. Активно участие в обсъждането и разработването на национални стратегии, програми и нормативни документи в областта на изкуствения интелект, цифровата трансформация, електронното управление и киберсигурността.

6. Нови технологични приоритети

6.1. Насочване на част от дейността на САИ към актуални направления със стратегическо значение: изкуствен интелект и генеративен изкуствен интелект, интелигентни производствени системи, роботика и автономни системи, цифрови двойници (Digital Twins).

6.2. Популяризиране на принципите на отговорния и етичен изкуствен интелект и на добрите практики при неговото използване.

7. Образование и развитие на кадри

7.1. Подкрепа за обучението и квалификацията на специалисти в областта на автоматиката, информатиката и цифровите технологии.

7.2. Подкрепа за развитието на STEM образованието и цифровите компетентности сред младите хора.

8. Популяризиране на професията и обществена дейност

8.1. Продължаване и развитие на традицията за отбелязване на 4 октомври – рожденатa дата на патрона на САИ, обявена за Ден на информационното общество и професионален празник на специалистите по компютърна техника, информационни технологии и автоматика.

8.2. Разширяване на присъствието на САИ в цифровото пространство чрез съвременни комуникационни канали, онлайн събития и специализирани информационни ресурси.

9. История, традиции и институционална памет

9.1. Систематично събиране, съхраняване и популяризиране на материали за историята на САИ, автоматиката, информатиката и компютърната техника в България.

Заключение

В периода 2026-2029 г. САИ следва да се утвърждава като водеща национална професионална и научно-техническа организация, обединяваща науката, образованието, бизнеса и държавните институции в подкрепа на развитието на автоматиката, информатиката, изкуствения интелект и цифровата трансформация на България.

Rittal – The System.

Faster – better – everywhere.

Портфолиото на Rittal Automation Systems поддържа всички стъпки от производствения процес и управление при насищане на табла и шкафове с апаратура. От ръчни инструменти до напълно автоматизирани машини, Rittal предлага широка гама от оборудване навсякъде по света.

Фрезови център Perforex Milling Terminal MT



- Напълно автоматично пробиване на отвори и нарязване на резби в корпуси на табла и шкафове и техните отделни елементи
- Възможност за удобен импорт на проекти от EPLAN
- Магазин за инструменти с максимален капацитет до 21 инструмента
- Ускоряване на процесите на производство с до 85%



Кабелен център – Wiring Terminal WT

- Напълно автоматизирана обработка на до 36 бр. проводници с напречно сечение от 0,5 mm^2 до 6 mm^2 - рязане по дължина, отстраняване на изолация, кримпване и специфично за проекта етикетиране на проводниците
- Възможност за удобен импорт на проекти от EPLAN Pro Panel и други CAD системи, управление на работните задачи чрез Rittal Panel Processing Center (RiPPC)
- Възможност за извеждане на кабелите чрез система от магазини и/или верижен сноп. Обработените проводници могат да бъдат изискани в последващия етап на процеса на окабеляване на корпуса с инструмента “Smart Wiring” от Eplan.

Лазерен център Perforex LC



- Лазерен център за обработка на корпуси от прахово боядисана ламарина, неръждаема стомана и алуминий), монтажни плочи, врати, странични панели и покривни плочи в 3D
- Дебелина на обработвания материал до 5 mm
- Обработваема площ от 2250 mm x 1200 mm x 800 mm
- Възможност за удобен импорт на проекти от EPLAN



Функционална количка, количка за съхранение/транспорт и рамки за сглобяване

- Функционална количка/работна маса – сгъваема система като идеалното решение за работа на обекта
- Количка за съхранение и транспорт на плоски елементи като врати, странични панели, монтажни плочи; товароносимост до 500 kg
- Монтажни рамки – за монтиране и окабеляване на монтажни панели

Център за рязане Sacarex AC 18



- Рязане на DIN релси и кабелни канали
- Интерфейс: импорт от различни CAD системи, EPLAN Pro Panel; Perforex workshop programming
- Матрица за DIN шина с 5 стандартни шаблона
- Значително спестяване на време в сравнение с ръчното рязане



Обработващ център за медни шини CW 120

- Мобилна CW 120-M и стационарна версия CW 120-S; подходяща за огъване, щанцоване и рязане на медни и алуминиеви шини
- Поддържа рязане и огъване до максимална ширина 120 mm и максимална дебелина 12 mm
- Възможни са кръгли отвори с Ø 6,6 – 21,5 mm, както и прорези до 18 x 21 mm (Ш x Д)



Ръчни инструменти

- Rittal предлага широка гама от ръчни инструменти за професионална работа
- Това включва чанта/куфари с инструменти, отвертки, клещи, режещи инструменти, инструменти за щанцоване и фрезоване, гилотини DIN шини и кабелни канали

Ритал ЕООД, София 1592, бул. Искърско шосе 7, Търговски комплекс Европа
тел.: +359 2 439 0550, e-mail: office@rittal.bg, www.rittal.bg

Honeywell



Нов
и още
по-добър!



Регулатор на налягане D04FM

Honeywell въведе от 1-ви март **нов модел регулатор на налягането D04FM**, който замени сегашния D04FS.

D04FM се различава от предишния модел преди всичко, с по-точната вентилна вложка (използва се контролна мембранна технология за налягането), известна от доказани продуктови серии – D05F и D06F.

Основните характеристики на регулатор D04FM:

- Компактен дизайн
- Корпус от месинг
- Копче за настройка на налягането
- Компенсиране на входящото налягане (промените на входното налягане не влияят на налягането на изхода)
- Пружината за настройка се намира извън водния поток
- Дебит Kvs 1,9 м^3/час
- DVGW според DIN EN1567
- WRAS сертифициран в съответствие с BS EN1567
- Изпълнени изискванията KTW/W270, WRAS и ACS за питейна вода

Нов модел	тегло кг.	ра-ри на опаковката (см)	Стар модел
D04FM-1/2A	0,320	92 x 42 x 105	D04FS-1/2A
D04FM-3/4A	0,360	93 x 42 x 105	D04FS-3/4A

Цена на новия модел, както и неговата форма и размери не се променят.

АВТОМАТИКА и ИНФОРМАТИКА

ISSN 0861-7562 Print, ISSN 2683-1279 Online
URL: https://sai-bg.com/category/journals/automatica-and-informatics/

Година LIX **№ 3/2026**

СЪДЪРЖАНИЕ

АВТОМАТИКА

В. Цолов, Н. Николов. Същност и внедряване на ESD системи за аварийно изключване при управление на технологични процеси **.....6**

ЕНЕРГИЙНИ СИСТЕМИ

Б. Делийска, А. Иванова. Изследване и анализ на устойчивостта на производството на биоенергия в България **.....13**

ПОСТИЖЕНИЯ И ПРИЛОЖЕНИЯ

В. Иванова, А. Бонева, П. Василев. Роботизираните системи в медицината и хирургичното образование – една невидима революция **.....18**

П. Благов, П. Русков. VeloxWallet – дигитален портфейл за електронна идентичност, съвместим с европейската блокчейн инфраструктура (EBSI) **.....26**

НОВОСТИ, ИНФОРМАЦИЯ, ОБЩЕСТВО

Общо събрание на Съюза по автоматика и информатика „Джон Атанасов“ (САИ) – 2026 г. **.....31**

Ръководни органи на САИ **.....32**

Насоки за дейността на САИ „Джон Атанасов“ за периода 2026-2029 г. **.....33**

Броят е издаден през 2026 г.

Указател на рекламите и рекламно-информационните материали

САТ – *2 корица*
ФНТС – *3 корица, стр. 12*
СОФСПРАВКА – *стр. 17*
РИТАЛ – *стр. 34*
ХАНИУЕЛ – *стр. 35*
СИМЕНС – *4 корица*

Абониране

За сп. **„Автоматика и информатика“**

Абонирането за сп. „Автоматика и информатика“ може да става чрез:

- Фирми-разпространители.
- САИ – целогодишно:
  директно в редакцията;
  чрез дружествата и клубовете на САИ;
  с превод по банковата сметка на САИ.

Членовете на САИ ще получават списанието след заплащане на членския си внос и минимална сума за абонамент за списанието.

Банкова сметка:
с/ка: BG81BPBI79421044117201
BIC: BPBIBGSF
Юробанк България АД
клон София – окръг
ул. Раковски 137
1000 София

Адрес на редакцията:
ул. Раковски 108
1000 София
e-mail:
sai.bg.office@gmail.com
www.sai.bg



SIMATIC HMI WinCC Unified System

Визуализация от ново поколение.
Неограничена гъвкавост.

Свържете производственото ниво с дигиталното предприятие

- Високопроизводителни сензорни панели
- Отворена платформа с Edge функционалности
- Безпроблемна TIA Portal интеграция
- Прозрачност на машинните данни

Открий Unified panels

Свържете се с нас:
di.bg@siemens.com

SIEMENS